Postverlagsort Würzburg 2

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

BEGRÜNDET VON A. BERLINER UND C. THESING

UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON
ERICH v. HOLST

HERAUSGEGEBEN VON
ERNST LAMLA

BEIRAT:
J. BARTELS · E. BEDERKE · H. BROCKMANN · P. TEN BRUGGENCATE · C. W. CORRENS · H. v. FICKER
R. GRAMMEL · O. HAHN · R. HARDER · M. HARTMANN · W. HEISENBERG · K. HENKE · A. KÜHN
M. v. LAUE · H. MARTIUS · R. W. POHL · H. REIN

ORGAN DER MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN
ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

39. JAHRGANG **HEFT 14 (ZWEITES JULIHEFT)** **1952**

INHALT:

AUFSÄTZE. Seite

Wie entstehen die Schillerfarben der Federn? Von W. J. SCHMIDT 313
Die Rhizopodenanalyse als Hilfsmittel der Moorforschung. Von TH. GROSPIETSCH 318

BERICHTE.

Über die Enzymaktivität in gefrorenen Pflanzengeweben. Von F. KIERMEIER 323

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN.

Flimmerverschmelzungsfrequenz und Arbeitsbeanspruchung. Von H. ARNOLD und K. WACHHOLDER 303
Selbstregistrierung von RAMAN-Spektren. Von J. BRANDMÜLLER und H. MOSER 325
Das Verhalten der Oberfläche von sich in Flüssigkeiten bewegenden Gasblasen. Von B. STUKE 325
Einfache Apparatur zur Fluoreszenzmessung auf Filterpapierstreifen. Von K. SEMM und R. FRIED 326
Steroide mit verzweigter Seitenkette am Kohlenstoffatom 17. Von G. STOECK, H. VOIGT und H. STEIN 327
Hemmung von Proteinasen durch Kallikrein-Inaktivatoren. Von E. WERLE, L. MAIER und E. RINGELMANN 328
Papierchromatographische Studien zur Blütenfarbenzüchtung. Von P. WERCKMEISTER 328
Makrometrie des Zellstoffwechsels sowie Ermittlung der oxybiotischen Schwellenwerte (Minimum, Optimum) nach dem gleichen methodischen Prinzip. Von F. WINDISCH und W. HEUMANN 329
Lethal mutations and the bactericidal action of ionizing radiation. Von K. C. ATWOOD and G. E. STAPLETON 330
Über die Plasmastrukturen der Ascitestumorzellen. Von R. DANNEEL und E. GÜTTES 331
Neue Ergebnisse tierexperimenteller Silikoseforschung. Von J. R. RÜTTNER, P. BOVET, R. WEBER und W. WILLY . . 332

BESPRECHUNGEN.

Structure Reports for 1947—48. (Ref.: K. SCHUBERT) . . . 333
Veröffentlichungen der wissenschaftlichen Photolaboratorien Agfa. (Ref.: H. KÖNIG) 333
W. HÜCKEL, Einführung in das Studium der Chemie. (Ref.: A. SCHNEIDER) 333
G.-O. MÜLLER, Praktikum der quantitativen chemischen Analyse. (Ref.: A. SCHNEIDER) 334
K. VAN NES and H. A. VAN WESTEN, Aspects of the Constitution of Mineral Oils. (Ref.: GG. R. SCHULTZE) 334
H. VOGEL, Die Antibiotika. (Ref.: GRUBHOFER) 335
TH. BERSIN, Kurzes Lehrbuch der Enzymologie. (Ref.: GRUBHOFER) 335
G. M. SMITH, Manual of Phycology. An Introduction to the Algae and their Biology. (Ref.: R. HARDER) 336
E. BRUMPT und M. NEVEU-LEMAIRE, Praktischer Leitfaden der Parasitologie des Menschen. (Ref.: C. SCHLIEPER) 336
V. B. WIGGLESWORTH, The principles of insect physiology. (Ref.: H. AUTRUM) 336

Struktur und Eigenschaften der Krystalle

Eine Einführung in die physikalische und chemische Krystallkunde. Von **Helmut G. F. Winkler**, Dr. phil., a. o. Professor der Mineralogie und Krystallographie an der Universität Göttingen. Mit 62 Abbildungen, 78 Tabellen und 1 Tafel. VIII, 258 Seiten. 1950. DM 16.80

Inhaltsübersicht: Einführung. Gesetzmäßigkeiten aus der Frühzeit der Krystallchemie. Was ist ein Krystall? Eigenschaften, deren Richtungsabhängigkeit im Krystall bereits durch die Makrosymmetrie beschrieben werden kann. — **A. Krystallstruktur und Eigenschaften.** Einleitung: Der Begriff der Krystallstruktur. — I. Bindungsarten: Heteropolare Bindung. Homöopolare Bindung. Gemischte Bindungen. Metallische Bindung. Van der Waalsche Bindung. — II. Krystallgitter und ihr Stoffbestand: Einteilungsprinzip. Isometrische Gitter. Anisometrische Gitter. Isomorphie-Beziehungen. Polymorphie. — III. Ideal- und Realkrystall: Fehlordnungen. Baufehler. — **B. Eigenschaft und Krystallstrukturen.** Wärmeleitung. Kompressibilität. Thermische Ausdehnung. Optische Eigenschaften. Härte. Spaltbarkeit. — Anhang. Tafel der Ionen- und Atomradien. — Sach- und Formelverzeichnis.

Aus den Besprechungen: Eine zusammengefaßte Behandlung der zwischen der Krystallstruktur und den physikalischen und chemischen Eigenschaften herrschenden Beziehungen entspricht zweifellos einem Bedürfnis. Erst unter diesem Gesichtspunkt gewinnt die Lehre vom Feinbau der krystallinen Materie volle Lebendigkeit. Der Verfasser hat die bei der Fülle der weit verstreuten und für viele schwer zugänglichen Einzeluntersuchungen nicht leichte Aufgabe unternommen und in anerkennenswerter Weise erfüllt. Das Buch ist freilich nicht eine „Einführung" im landläufigen Sinn, es setzt mancherlei voraus, was doch wohl über den Rahmen der „Grundvorlesungen" in Physik, Chemie und Mineralogie hinausgreift, und es verlangt vom Leser intensive Mitarbeit. Die Darstellung ist flüssig und im ganzen klar. — Das Verfahren, den Stoff durch „zwei Querschnitte" aus verschiedener Richtung zu erschließen, kommt, besonders im ersten, von der Struktur ausgehenden Teil, der Geschlossenheit der Darstellung zustatten. Sowohl dem Studierenden, der tiefer in die Zusammenhänge zwischen Bau und Eigenschaften der festen anorganischen Materie eindringen möchte, wie auch dem Techniker, der heute mit diesen Problemen vielfach in Berührung kommt, kann das Buch als zuverlässiger Führer empfohlen werden. Es bildet zudem eine wertvolle Ergänzung unserer neueren Lehrbücher.

„Kolloid-Zeitschrift"

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

erscheinen zweimal monatlich. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung, in den Westzonen auch jedes Postamt entgegen. Preis vierteljährlich 15.— DM, für das einzelne Heft 3.— DM, zuzüglich Postgebühren. Die Mitglieder der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte erhalten die Zeitschrift im Abonnement mit einem Nachlaß von 20%. Für Studierende der Naturwissenschaften ermäßigt sich der Bezugspreis auf vierteljährlich 11.25 DM zuzüglich Zustellgebühren. Lieferung läuft weiter, wenn nicht vier Wochen vor Quartalsschluß abbestellt wird. Der Bezugspreis ist im voraus zahlbar.

Nachdruck: Es wird ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß mit der Annahme des Manuskripts und seiner Veröffentlichung durch den Verlag das ausschließliche Verlagsrecht für alle Sprachen und Länder an den Verlag übergeht. Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind und die auch nachträglich nicht anderweitig zu veröffentlichen der Autor sich verpflichtet.

Es ist ferner ohne ausdrückliche Genehmigung des Verlages nicht gestattet, photographische Vervielfältigungen, Mikrofilme, Mikrophote u. ä. von den Zeitschriftenheften, von einzelnen Beiträgen oder von Teilen daraus herzustellen.

Sonderdrucke: Den Verfassern von Originalbeiträgen und Kurzen Originalmitteilungen stehen 75 Exemplare kostenfrei zur Verfügung.

Anzeigen werden von der Anzeigenabteilung des Verlages (Berlin W 35, Reichpietschufer 20 [Britischer Sektor], Tel. 2492 51) angenommen. Die Preise wolle man unter Angabe der Größe und des Platzes erfragen.

Vertriebs-Vertretung im Ausland:
Lange Maxwell & Springer Ltd., 41—45 Neal Street, London, W. C. 2

Springer-Verlag
Berlin · Göttingen · Heidelberg

Redaktionelle Hinweise.

I. Allgemeines.

1. Bei der Einsendung von Manuskripten an „Die Naturwissenschaften" bittet die Redaktion die Herren Autoren, stets im Auge zu behalten, daß die Zeitschrift in erster Linie den Wünschen und Interessen des weiten Kreises ihrer Leser zu dienen hat und daß daher ihnen gegenüber Sonderwünsche der Herren Autoren in bezug auf Inhalt, Form und Umfang ihrer Veröffentlichung zurücktreten müssen, falls die Redaktion dies für erforderlich hält.

2. Vor allem bittet die Redaktion, von der Einsendung von Aufsätzen Abstand zu nehmen, die nur für einen eng begrenzten Leserkreis verständlich und von Interesse sind, und die daher in einer Fachzeitschrift ihren richtigen Platz haben. Ausnahmen bilden knapp gefaßte Schilderungen der Ergebnisse eben fertiggestellter Arbeiten; für diese ist die Rubrik „KOM" („Kurze Originalmitteilungen") vorgesehen. Wegen Platzmangels sind allerdings auch hier gewisse Einschränkungen nötig. In bezug auf den Inhalt: Angenommen werden können nur wirklich wichtige Arbeiten (z. B. keine bloßen Analogiearbeiten). In bezug auf den Umfang: Im Durchschnitt kann für eine einzelne KOM nur der Raum einer Spalte (etwa 1000 Silben) zur Verfügung gestellt werden.

3. Die KOM erscheinen „unter ausschließlicher Verantwortung der Autoren". Eine wissenschaftlich-kritische Stellungnahme der Herausgeber zu ihrem Inhalt erfolgt nicht. Die Redaktion prüft lediglich, ob ein genügendes Allgemein-Interesse vorliegt.

4. „Kurze Originalmitteilungen" aus dem englischen und französischen Sprachgebiet können in der Originalsprache veröffentlicht werden.

II. Spezielle Hinweise.

Alle Sendungen und Zuschriften sind zu richten an:

Redaktion der Naturwissenschaften,

(20b) Göttingen, Theaterplatz 10, Fernsprecher 3371.

In sämtlichen Fällen erhalten die Autoren eine Bestätigung über das Eintreffen von Manuskripten sowie über deren Annahme oder Ablehnung. In den Aufsätzen sind seltene und nur einem kleinen Leserkreis verständliche Fachausdrücke nach Möglichkeit zu vermeiden oder in einer Fußnote kurz zu erläutern. Literaturzitate sind fortlaufend zu numerieren; die angeführten Arbeiten werden dann in einem Literaturverzeichnis am Schluß der Arbeit zusammengestellt. Bei Erläuterung des Textes durch Figuren ist überflüssiger Aufwand zu vermeiden. Figurenvorlagen für Strichätzungen sind so sorgfältig herzustellen, daß nach ihnen ohne weitere Rückfragen Reinzeichnungen angefertigt werden können. Diese werden zur Zeitersparnis den Autoren im allgemeinen nicht vorgelegt, sondern seitens der Redaktion kontrolliert.

Photographische Abbildungen (Autotypien) können gebracht werden, soweit sachlich erforderlich. In vielen Fällen läßt sich jedoch das Wesentliche durch eine (leichter reproduzierbare) Zeichnung ebensogut zeigen.

Korrekturen.

Die Autoren der Aufsätze, Berichte und Buchbesprechungen erhalten eine Fahnenkorrektur, deren umgehende Erledigung und Rücksendung erbeten wird.

Bei den KOM wird zur Beschleunigung des Erscheinens die Korrektur von Text und Abbildungen von der Redaktion besorgt, soweit nicht der Autor bei Einsendung des Manuskriptes ausdrücklich den Wunsch äußert, diese Arbeit selbst vorzunehmen. Bei KOM ohne Figuren soll hierdurch das Erscheinen innerhalb 4 Wochen nach Eingang bei der Redaktion ermöglicht werden.

Besprechungsexemplare.

Es wird gebeten, von der unverlangten Zusendung von Büchern, besonders kleineren Broschüren und Zeitschriften-Heften, abzusehen und zunächst eine Anfrage an die Redaktion zu richten, die dann von sich aus Exemplare anfordern wird. — Für die Rückgabe unverlangter Sendungen kann keine Gewähr übernommen werden.

Krystallometrisches Praktikum

Grundbegriffe und Untersuchungsmethoden. Von **Robert Schroeder,** Assistent am Mineralogischen Institut der Universität Heidelberg. Mit 156 Abbildungen. VIII, 199 Seiten. 1950. DM 15.60

Inhaltsübersicht: **Einleitung. Die krystallographischen Grundbegriffe und ihre geschichtliche Entwicklung:** Einteilungsprinzip der Krystalle. — Die krystallographischen Elemente. — Die krystallographischen Symbole. Zwillinge. — Über Komplikation. — **Messen, Zeichnen und Berechnen der Krystalle:** Über Projektionen. — Messen der Krystalle. — Über graphische Krystallberechnung. — Arithmetische Berechnung der Krystalle. — Zeichnen der Krystalle. — Krystallmodelle. — Anhang. Sehnen- und Tangententabelle. — Literaturverzeichnis. Sachverzeichnis.

Aus den Besprechungen: In diesem Buch wird ein Spezialkapitel der Mineralogie eingehend behandelt: Die Geometrie der Krystalle. Auf dieser Ebene vermittelt die Arbeit eine erschöpfende Auskunft. Sie ist und will keine Einführung für den Anfänger sein, sondern dem Fortgeschrittenen und vor allem dem Wissenschaftler eine neuere, zusammenfassende Darlegung dieses Stoffgebietes gemäß dem heutigen Stande unserer Erkenntnisse vermitteln. Das ist dem Verfasser recht gut gelungen. Er erläutert die krystallographischen Grundbegriffe (auf deren geschichtliche Entwicklung eingegangen wird), das Messen, Zeichnen und Berechnen der Krystalle. Zeitschrift für Erzbergbau und Metallhüttenwesen"

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Jahrgang 39 Heft 14 (Zweites Juliheft) 1952

Wie entstehen die Schillerfarben der Federn?

Von W. J. SCHMIDT, Gießen.

Wer die oft so prachtvolle Färbung und Zeichnung der Tiere erforscht, wird gewiß bewundern, wie die Natur auf einfachstem Wege und mit sparsamstem Aufwand erstaunliche Wirkungen zu erreichen vermag — gleich als ob sie die Gesetze der Optik verstünde. Unter den hierher gehörigen Erscheinungen nehmen die *Schillerfarben des Gefieders*, die mit der Stellung des Vogels zum Beobachter mehr oder minder wechseln, „irisieren", wie man sagt, und oft ein geradezu metallisches Aussehen darbieten, einen hervorragenden Platz ein. Sie kommen manchen Gruppen zu, erreichen aber ihren Höhepunkt nach Glanz, Reinheit und Mannigfaltigkeit bei den Trochilidae (Kolibris).

Vielfach haben sich Biologen und Physiker damit befaßt, das *Zustandekommen* dieser Schillerfarben zu ergründen, die einen, indem sie sich um den Nachweis der farbenerzeugenden Struktur bemühten, die anderen, indem sie das von den Schillerfedern zurückgeworfene Licht nach spektraler Zusammensetzung, Intensität, Polarisationszustand und in seiner Abhängigkeit vom Einfallswinkel prüften; und manche haben beide Wege zugleich beschritten. Ohne Beifall blieben die im einzelnen kaum begründeten Meinungen, gewisse Federteile zerlegten als Prismen oder Gitter das Licht spektral. Ernsthaft diskutiert wurde vielmehr nur die Auffassung, es handle sich um Oberflächenfarben, und die andere, *Dünnblattfarben* lägen vor. Wie man z. B. aus der zusammenfassenden Darstellung von BIEDERMANN [2] ersieht, hat sich die letzte Deutung durchgesetzt, vor allem unter dem Einfluß der Arbeit von ELSÄSSER [5]. Und neuestens haben J. DORST [4] u. a. durch eine sorgsame Untersuchung des von den Schillerfedern reflektierten Lichtes sie weiter befestigt, so daß hinsichtlich dieses Punktes Zweifel nicht mehr berechtigt erscheinen.

Anders aber verhält es sich mit der Frage, welche Teile der Feder das *wirksame dünne Blättchen* liefern. Seit ELSÄSSER [5] sieht man als Erzeuger der Interferenzfarbe eine oberflächliche *dünne Hornschicht* der schillernden Federteile an. Auch DORST [4] vertritt diese Auffassung, freilich mit der Abwandlung, nicht ein einziges Hornblättchen liege vor, sondern ein Satz von solchen, oft mit Melanin zwischen den einzelnen Schichten. Ja, er findet eine solche Struktur nur an den schillernden Federstellen und glaubt, daß die Lamellierung mit steigendem Schillervermögen gleichmäßiger werde.

Meine Untersuchungen [7], [8] — sie waren DORST seiner Zeit unbekannt — haben aber zu einem ganz anderen Ergebnis geführt: das bekannte dunkle Pigment, das *Melanin*, liegt an den schillernden Federstellen in Gestalt *sehr dünner und regelmäßig geordneter Blättchen oder Stäbchen* vor, und diese erzeugen die *Interferenzfarben*, welche durch die *Absorption des Pigments modifiziert* werden. Von dieser Art der Entstehung gibt es freilich eine *Ausnahme:* bei *gewissen Tauben* nämlich wird der *Schiller* durch *dünne Luftschichten* hervorgerufen; darauf wird am Ende dieses Aufsatzes noch etwas eingegangen.

Mein Untersuchungsverfahren unterscheidet sich von den früheren wesentlich dadurch, daß die *Farberscheinungen* unter dem Mikroskop im auffallenden Licht *bei höchsten Vergrößerungen* zur Prüfung kamen, was bisher nicht in ausreichendem Maße geschah. So wurde angestrebt, die Optik in unmittelbaren Zusammenhang mit der Struktur zu bringen, ein Versuch, der ganz eindeutig zu dem bereits kurz angedeuteten Ergebnis führte.

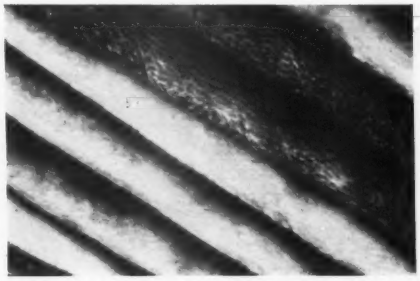


Fig. 1. *Heliangelus strophianus* (Kolibri), Abschnitte einiger Schillerradien: in der linken diagonalen Hälfte des Bildes reflektierend, in der rechten nur die Umrisse der Melaningranula zeigend. 740:1. Dunkelfeld.

Von den hierfür in Frage kommenden Einrichtungen bewährte sich zunächst der *Ultropak* nach HEINE (E. Leitz, Wetzlar), bei dem die auffallende Beleuchtung durch einen Ringkondensor erfolgt, welcher das Objektiv umgreift. Ich fand aber im Laufe meiner Untersuchungen, daß auch das *Dunkelfeld* sich vorzüglich eignet. Dabei ist freilich der Dunkelfeldkondensor in der Höhe so einzustellen, daß sein als Hohlkegel austretendes Licht an *schrägen* Flächen des Objektes reflektiert wird. Durchleuchtet man mit einem Dunkelfeldkondensor in der gewöhnlichen Art, so zeigen sich nicht die Schillerfarbe des Melanins, sondern seine Eigenfarbe und die *Umrisse* der Granula. Zunächst ist eine geeignete Präparatstelle aufzusuchen und dann die brauchbare Einstellung des Kondensors durch geringe Änderung seiner Höhe und Zentrierung. Fig. 1 gibt einige „Schillerradien" (s. unten) eines Kolibri (*Heliangelus strophianus*) im Dunkelfeld wieder, die nur geringe Unterschiede ihrer Lage darbieten; die etwas steiler liegenden Radien in der linken diagonalen Hälfte des Bildes leuchten in ihrer Schillerfarbe hell auf, während in der anderen Hälfte meist nur die Umrisse der Melaninblättchen zutage treten. Während man im Ultropak (insbesondere *horizontal* liegende Flächen!) auch in Luft untersuchen kann, verlangen Dunkelfeldkondensoren mit einer Beleuchtungsapertur über 1,0 notwendigerweise Einschluß des Objektes in ein Medium von entsprechender Brechzahl. Je nach der Art des

Präparates bettet man kleinste Federchen als Ganzes oder nur ihre Äste oder Strahlen in Canadabalsam ein. Fehlen schräg gestellte Flächen von Natur, so lassen sie sich dadurch erzeugen, daß die Ordnung der Federstrahlen etwas gestört wird. Da Dunkelfeldkondensoren so gut wie in jedem Institut biologischer Richtung zur Verfügung stehen, beschränke ich mich hier auf die damit gemachten Befunde, um ihre Nachprüfung zu erleichtern. Ich benutzte Leitz-Optik, und zwar für die Herstellung der hier gebrachten Photogramme den Immersions-Dunkelfeldkondensor von der numerischen Apertur 1,20 in Verbindung mit der (zunächst für das Phasenkontrastverfahren bestimmten) Ölimmersion Apochromat Pv 90 von der numerischen Apertur 1,10. Mit dieser Zusammenstellung erhält man ein Dunkelfeld von hervorragender Güte, das auch für die Klarstellung der morphologischen Seite des Melanins dem Hellfeld weit überlegen ist.

Die schillernden Teile der Feder sind ihre als *Radii* bezeichneten Sekundärzweige. Wenn auch dem gewöhnlichen Gefieder vieler Vögel Andeutungen von Schiller zukommen, so zeigen sich farbenprächtige Interferenzen doch nur an *spezialisierten* Radien („Schillerradien"), sei es, daß solche nur auf der einen oder auf beiden Seiten des tragenden Astes (Ramus) ausgebildet sind. Gelegentlich können aber auch *Äste* schillern, wie bei den Schreivögeln *Pipra opalizans* und *Pitta* (vgl. STRESEMANN [*11*], S. 46) und beim Goldkuckuck *Chrysococcyx smaragdinus* (RENSCH [*6*]), auch bei dem Kolibri *Helianthea* (W. J. SCHMIDT [*8*]); ebenso sah ich bei *Chrysococcyx cupreus* die Firste der Äste unter dem GREENOUGHschen Doppelmikroskop und Ultropak in derselben Art schillern wie die Strahlen.

Schillerradien sind nun stets *stark abgeplattet* und *rinnenförmig* gestaltet, so daß man eine gewölbte, der Federbasis zu gerichtete, und eine hohle Fläche an ihnen unterscheiden kann. Sie sitzen dem Aste so an, daß unter natürlichen Umständen die gewölbte Fläche, in mehr oder minder großer Ausdehnung vom Licht getroffen, die Schillerfarben erzeugt. Auf Einzelheiten von Form und Stellung der Radien sei aber hier nicht näher eingegangen, obwohl die Reliefverhältnisse der Fahne, insbesondere das gegenseitige Verhalten der „Fähnchen" benachbarter Äste, von großer Bedeutung für die Festlegung der Richtungen ist, in der die Farben sich zeigen (vgl. DORST [*4*]).

Vielmehr soll nur das Grundsätzliche der Farbenentstehung erörtert werden, wofür eine nähere Kenntnis vom feineren *Bau der Schillerradien* nötig ist. Sie bestehen aus einer einfachen Reihe hintereinander gesetzter gewöhnlich rechteckiger verhornter Zellen (Schillerzellen), die *stets* und meist sehr stark mit Melanin *pigmentiert* sind; ihre Grenzen sind als helle pigmentfreie Linien sichtbar, wie auch der Ort des Kernes meist durch Aufhellung der Pigmentierung angedeutet erscheint (vgl. Fig. 2a, 3a, 4a).

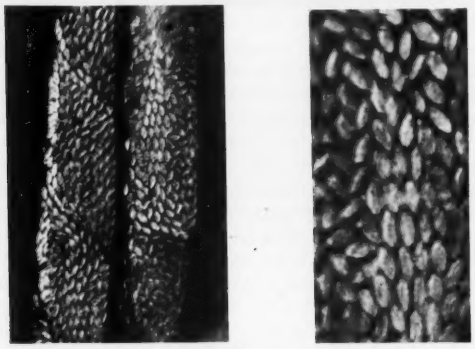
Um die feineren Verhältnisse im Bau der *Schillerzellen* zu verstehen, seien ein paar Worte über den *Verhornungsprozeß* im allgemeinen vorausgeschickt. Er ist ein topochemischer Vorgang, der sich an den *Tonofibrillen* abspielt, jenen faserigen Bildungen, die im Cytoplasma vieler Epithelzellen als verfestigende Elemente auftreten: ihre parallelgebündelten Proteinfadenmolekeln werden durch Schwefel nach der Quere miteinander verknüpft. So erlangt das „Keratin" seine Widerstandsfähigkeit gegen mechanische und chemische Eingriffe, die durch das Austrocknen nach der Verhornung noch erhöht wird. Die verhornten Tonofibrillen entstehen (von wenigen Sonderfällen, wie den Tast- und Haftborsten der Geckoniden abgesehen) in den *oberflächlichen* Anteilen der Zelle, bilden hier einen *Hornmantel*, oft fälschlich als „Zellwand" bezeichnet. Von ihm wird das innere tonofibrillenfreie oder -arme Cytoplasma mit dem Kern umschlossen und in diesem Plasma finden sich etwa vorhandene Melaningranula. Während der Verhornung schwinden Kern und Cytoplasma mehr oder minder vollständig; es kommt zum Absterben der Zelle und weiter meist (nicht z. B. bei den Markzellen der Federn) zu ihrer starken Abflachung parallel der Epitheloberfläche. Dabei wird der Hornmantel von zwei Seiten her zusammengepreßt, so daß der von ihm umschlossene Raum verlorengeht und ein „Hornschüppchen" entsteht, das zwischen seinen beiden dicht aufeinanderliegenden Lamellen Reste von Kern und Cytoplasma und etwa vorhandenes Melanin umschließt. Die Hornmäntel benachbarter Zellen stehen über Zellbrücken hinweg in Fibrillenaustausch, was die Schüppchen mehr oder minder fest aneinander haften läßt.

Gleich anderen Proteinfibrillen sind auch die Tonofibrillen positiv einachsig doppelbrechend. Da nun der Querschnitt platter Hornschüppchen — nach welcher Richtung ihrer Fläche er auch gehen mag — sich stets als positiv doppelbrechend zur Tangente erweist, so müssen die Tonofibrillen der Hornmäntel in der Abplattungsfläche der Zellen verlaufen; manchmal (z. B. im Schnabelhorn) kann man nach dem Polarisationsbild isolierter Hornzellen in Flächenansicht schließen, daß die Fibrillen konzentrisch darin angeordnet sind.

Vom Verhalten gewöhnlichen Hornes unterscheiden sich aber die Radien, insbesondere die Schillerradien dadurch, daß in ihnen die Tonofibrillen *ausschließlich längs* verlaufen, wie sich zwischen gekreuzten Nicols aus der gleichmäßigen Auslöschung nach der Länge bei positivem Vorzeichen dazu ergibt. Dieses polarisationsoptische Verhalten zeigen auch die pigmentfreien Grenzen benachbarter Zellen, die damit ankünden, daß sie nicht eine „Zellwand" darstellen (bei der gegensätzliches Vorzeichen der Doppelbrechung zu erwarten wäre) sondern *Zellbrücken*, über die hinweg die Fibrillen aus der einen in die andere Zelle eintreten. Somit wird der Radius in seiner ganzen Länge ununterbrochen von Tonofibrillen durchzogen und erhält dadurch faserige Textur, die ihm trotz seiner geringen Dicke auffallende Festigkeit verleiht. Auch die als „Haken" (hamuli) und ähnliche Bildungen bekannten Fortsätze, bei Schillerzellen meist fehlend und, wenn vorhanden, nur wenig entwickelt, werden gemäß ihrer Polarisationsoptik von Tonofibrillen durchzogen, gleichsam Abzweigungen des bandartigen Tonofibrillenstranges, der den Radius im ganzen durchläuft. Durch gewisse Mazerationsmittel läßt sich von der Oberfläche des Radius ein feines Häutchen ablösen, das ihn in seiner ganzen Länge umhüllt; sein histologischer Wert bedarf noch näherer Untersuchung.

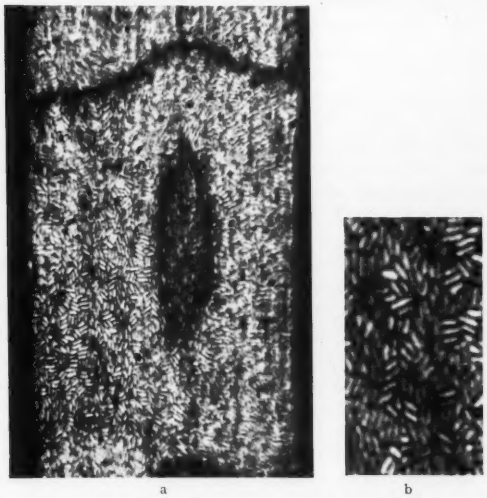
Besonders sei hervorgehoben die ungemein geringe *Dicke der Schillerzellen*, die unter 1 μ liegt, selbst bei großen Federn wie denen vom Schwanz des Pfaues. Die Querschnittsbilder früherer Autoren (z. B. a. a. O. bei ELSÄSSER und bei DORST), nach denen der Horn-

mantel von Schillerzellen eine Schichtung zeigt, konnte ich nicht bestätigen. Vielmehr finde ich den



a b

Fig. 2a u. b. *Heliangelus clarissae* (Kolibri), Abschnitte zweier Schillerradien: a Die schiffchenförmigen Melaningranula in mosaikartiger Anordnung, schillernd, 910:1; b eine Gruppe von Melaninschiffchen. 2400:1. Dunkelfeld.



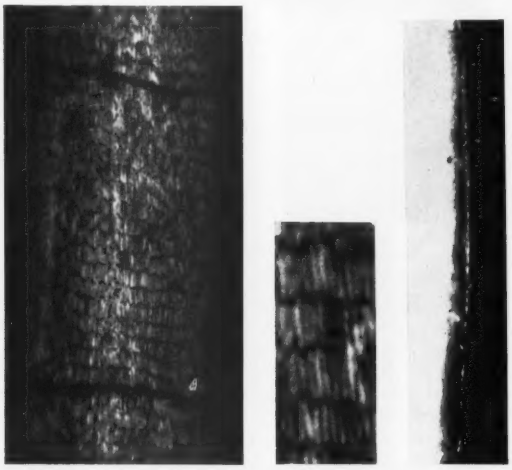
a b

Fig. 3a u. b. *Lophophorus impeyanus* (Glanzfasan), Schillerzelle: a Stäbige Melaningranula, in kleinen Bereichen parallelisiert, am Ort des Kernes aber nach der Zellachse ausgerichtet, 1700:1; b Melaninstäbchen nachvergrößert 4250:1. Dunkelfeld.

Hornmantel von Schillerzellen so außerordentlich dünn, daß er sich mikroskopisch gerade noch fassen läßt. Ein erheblicher Anteil der Dicke der Zelle entfällt auf das Melanin, dessen Granula wohl stets nur in einer *einfachen Schicht mosaikartig zu einer spiegelnden Fläche zusammengefügt sind*, die sich zwischen den beiden zusammengepreßten Lamellen des Hornmantels befindet. Diese Tatsachen ergeben sich aus sorgfältigem Vergleich des Flächenbildes mit der Kantenansicht der Schillerzellen. Insbesondere sieht man im Dunkelfeld im optischen Schnitt des Radius die Melaningranulen nur in einfacher Reihe aufleuchten (vgl. Fig. 4c). Da der Kern oder sein Rest ein gewisses Volumen beansprucht, wird begreiflich, daß an seinem Ort zwischen den Lamellen des Hornmantels dem Melanin weniger Raum zur Verfügung steht; daher macht der Kern sich öfter als Aufhellung in der Melaninlage bemerkbar (vgl. Fig. 3a).

Die *Melaningranula* der Schillerzellen besitzen eine ausgesprochene Spezifität nach Form, Größe und Anordnung; dabei können sogar innerhalb derselben Familie tiefgehende Verschiedenheiten bestehen (vgl. z. B. die Glanzstare *Cinnyricinclus* und *Lamprocolius*). Zur Erläuterung der Verhältnisse seien einige Beispiele besprochen:

Unter den Trochiliden kommt das Melanin in den Schillerzellen weit verbreitet als *schiffchenförmige* oder an gestreckte Sechsecke erinnernde *Blättchen* vor, manchmal von beträchtlicher Größe. Besonders geeignet für eine erste Untersuchung sind die Kehlfedern der Gattung *Heliangelus*, so der Arten *clarissae* und *strophianus*. Im Dunkelfeld (Fig. 2a) erscheinen die „Schiffchen" zu einem regelmäßigen, gut geschlossenen Mosaik zusammengefügt und zwar im mittleren Teil der Zelle (vermutlich am Ort des Kernes) mit der großen Achse nach der Zellachse ausgerichtet, sonst mehr regellos und an den Zellgrenzen manchmal diesen parallel. Fig. 2b gibt einige Blättchen aus dem mittleren Teil der Zelle bei stärkerer Vergrößerung wieder und läßt erkennen, wie manche in der Mitte dunkler (andersfarbig) erscheinen als am Rande (s. unten).



a b c

Fig. 4a—c. *Cinnyricinclus leucogaster* (Glanzstar), Schillerzelle: a Stäbige Melaningranula in Querreihen geordnet, 1700:1; b einige Querreihen nachvergrößert 4250:1; c Rand eines Schillerradius im optischen Schnitt. 740:1. Dunkelfeld.

Ganz andere Bilder liefern Schillerzellen vom Glanzfasan *Lophophorus impeyanus* (Fig. 3a): Die Granula sind *stäbchenförmig*, von sehr gleichmäßiger Dicke und Länge, im größten Teile der Zelle zu 2 bis etwa 5 in kleinen Gruppen parallel geordnet; diese Gruppen (Fig. 3b) liefern nun, wahllos zusammengefügt, ein Mosaik, so daß die einzelnen Stäbchen hinsichtlich der ganzen Zelle keine geregelte Orientierung darbieten. Am Orte des Kernes aber fehlt deutliche Gruppenbildung, hier stehen alle Granula mit ihrer Länge parallel der Zellachse (Fig. 3a).

Ebenso eigenartig sind die Verhältnisse bei *Cinnyricinclus leucogaster*, einem Glanzstar (Fig. 4a): Auch hier handelt es sich um stäbige Melaningranula, wiederum in der ganzen Zelle von auffallend gleichmäßiger Dicke und Länge. Aber sie sind über die Breite der Zelle hinweg in leicht unregelmäßig verlaufenden *Querreihen* (Fig. 4b) zusammengestellt. Innerhalb einer Querreihe kann andeutungsweise Gruppenzusammenfassung sich zeigen; bei hoher

Einstellung aber tritt dies zurück, es verstärkt sich der Eindruck der Längsordnung der Granula, die wie eine feine Längsriefung der Zelle erscheint.

Ein Verhalten wie bei *Cinnyricinclus* kommt aber keineswegs allen Glanzstaren zu: *Lamprocolius chalybaeus* (Fig. 5) besitzt kleine, nach Form und Größe etwas unregelmäßige „Schiffchen", viele davon in ihrer Mitte mit einem dunklen Fleck (s. unten); sie sind einigermaßen nach der Zellachse ausgerichtet.

So ausgeprägte Form und Ordnung der Melaningranula findet sich nur in Schillerzellen; geht man von solchen zu nicht schillernden Zellen über, so wird die Anordnung der Granula lockerer, ihre Form unregelmäßiger, ihre Größe nimmt ab und schwankt. Andererseits stößt man gegen das spitz auslaufende Ende eines Schillerradius wie bei *Heliangelus* auf Zellen, in denen nur die Zahl der typischen Granula sich mindert.

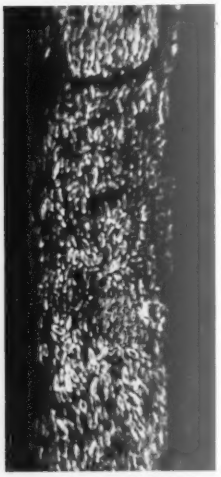


Fig. 5. *Lamprocolius chalybaeus* (Glanzstar), Schillerzelle: Granula länglich, nach der Zellachse ausgerichtet, oft mit abweichender Farbe (dunkler Punkt) in der Mitte. 1700:1. Dunkelfeld.

Ohne entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen wird sich schwer unterscheiden lassen, wie weit Form und Größe der Pigmentgranula eine spezifische Leistung der Zelle darstellen, also Wuchsformen des Melanins vorliegen, oder wie weit gestaltende Einflüsse im Spiel sind, welche die Zelle als Ganzes treffen und damit auch die Granula. Für die Anordnung stäbiger Melaningranula — solche kommen bekanntlich auch bei anderen Objekten vor (z. B. im Tapetum nigrum des Wirbeltierauges) — dürften physikalische Momente in Frage kommen: So mögen Adhäsionskräfte das Zusammentreten der Stäbchen zu kleinen Gruppen herbeiführen; und wenn die Stäbchen in einfacher Schicht liegen, könnte das mit der fortschreitenden Abplattung der Zelle im Laufe der Verhornung zusammenhängen, die den Granulen eine solche Lage aufzwingt. Die nicht seltene Anordnung stäbiger Granulen nach der Längsrichtung der Zelle läßt sich wohl als Einfluß der Tonofibrillen deuten: bei der Abplattung werden die Stäbchen etwas zwischen die längsverlaufenden Tonofibrillen eingepreßt; so mag es sich auch mit der Längsordnung der Granula in dem beschränkten Raum über dem Kernbereich bei *Lophophorus* verhalten. Schwierig aber ist zu verstehen, wie eine Querreihung stäbiger Granula über die ganze Breite der Zelle hin erfolgt, da hierfür in dem Hornmantel keine strukturellen Grundlagen gegeben sind. Zweifelhaft bleibt auch, ob Form und mosaikartige Anordnung der „Schiffchen" einfach als Folge der Abplattung der Zelle zu betrachten sind, welche die noch weichen Vorstufen rundlicher Melaninkörnchen abflachte und durch Pressung der benachbarten zu polygonalem Umriß brachte. Eine entwicklungsgeschichtliche Untersuchung hätte auch zu klären, ob das Melanin der Schillerzellen von ihnen selbst gebildet oder aber von mesodermalen Melaninophoren übernommen und dann spezifisch ausgeformt wird.

Von den *physikalischen Eigenschaften der Melaningranula* sei zunächst ihre ungemein hohe *Brechzahl* hervorgehoben. In Keratin eingebettete Granula erscheinen unter dem Mikroskop, selbst wenn sie sehr stark absorbieren, bei hoher Einstellung hell und bekunden damit, daß ihre Lichtbrechung die des Keratins übertrifft. Die Brechzahl der oberflächlichen Anteile des Hornmantels, die ELSÄSSER (a. a. O.) für besonders hoch ansah (1,7 bis 1,8), liegt in Wirklichkeit (wie auch sonst) bei etwa 1,55, was man mit Vergleichsflüssigkeiten an Hand der BECKEschen Linie leicht feststellen kann. Es ist mir nicht befriedigend geglückt, die Melaningranula aus Schillerzellen mechanisch zu isolieren; aber bei jenen *Tauben*, die kugelige Melaningranula im lufterfüllten Hohlraum der schillernden Zellen besitzen (z. B. bei *Columba trocaz*), gelingt es leicht, mit der Vergleichsflüssigkeit unmittelbar an das Melanin zu gelangen; es zeigt sich dann, daß selbst mit Methylenjodid von der Brechzahl $n_D = 1{,}739$ die Lichtbrechung der Granula noch nicht erreicht wird! Sie ist also höher als bei irgendeiner anderen Proteinstruktur, nähert sich jener stark lichtbrechender Edelsteine, wie Rubin und Saphir ($n_k = 1{,}76$, $n_g = 1{,}77$), bleibt freilich hinter der des Diamanten (2,42) immer noch zurück. Vermutlich ist der ELSÄSSERsche nach dem BREWSTERschen Gesetz ermittelte Wert (s. oben) auf *Melanin* zu beziehen. Auf die Bedeutung der ungewöhnlich hohen Brechzahl des Melanins für die Schillererscheinungen wird später eingegangen.

Die Melaningranula besitzen eine freilich nicht sehr kräftige *Doppelbrechung*. Immerhin kann man an den beschriebenen Schillerzellen des *Cinnyricinclus* jedes Melaninstäbchen zwischen gekreuzten Nicols aufleuchten sehen, sowohl in der Flächenansicht, als auch am Rande des Radius im Kantenbild; das Vorzeichen der Doppelbrechung läßt sich hier schon mit der Gipsplatte Rot I ermitteln und erweist sich als positiv zur Länge. Ähnliches gilt für die Schiffchen von *Heliangelus*. Bei solchen plattigen Gebilden freilich ist die Doppelbrechung in Flächenansicht merklich schwächer als in Kantenansicht, so daß hier wohl von optischer Einachsigkeit mit der (negativen) optischen Achse senkrecht zur Fläche gesprochen werden kann. Die Polarisationsfarbe erscheint anomal, meist gelblich oder bräunlich rostfarben. Auch schwacher *Dichroismus* läßt sich manchmal beobachten, mit stärkerer Absorption für die Schwingungsrichtung größerer Brechzahl. Kugelige Melaningranula zeigen niemals optische Anisotropie.

Unter dem Ultropak und im Dunkelfeld (Fig. 1—5) bieten Schillerzellen bei hoher Vergrößerung einen wunderbaren Anblick: *jedes Melaningranulum* erglänzt wie ein Stückchen polierten Metalls, es *reflektiert farbiges Licht*! Meist bleibt die Farbe über ebene Bereiche der Zelle hin die gleiche; wo aber basalwärts stark schillernde in schwach oder nicht schillernde Radien übergehen und das Mosaik des Melanins sich lockert, da treten oft verschiedenfarbige Granula nebeneinander auf. Und bei manchen Formen zeigen Mitte und Rand des gleichen Granulum Unterschiede der Farbe (Fig. 2b und 5).

Die Reflexionsfarbe des Melanins ändert sich mit der *Stellung der Blättchen zum Lichteinfall*, wie vor

allem deutlich wird am gerundeten Übergang der Ober- in die Unterlamelle des Schillerradius. Und bisweilen begegnet man Melaningranulen, die, in ihrer Lagerung gestört, von ihren Nachbarn sich in der Farbe abheben. Wechsel des Lichteinfalles durch Höhenänderung des Ultropak- oder Dunkelfeldkondensors führt Änderung der Farbe herbei; dabei läßt sich stets auch jene Farbe erzielen, welche die betreffende schillernde Stelle des Federkleides dem unbewaffneten Auge zeigt. Die von BIEDERMANN [*1*] hervorgehobene Tatsache, daß schillernde Federteile im durchfallenden Licht die komplementäre Farbe darbieten, *gehört dem einzelnen Granulum zu* und ist also dem Melanin eigen. Und ebenso verhält es sich mit der von verschiedenen Forschern gemachten Beobachtung, daß die Schillerfarbe unter dem Einfluß von Wasser wechselt: der maßgebende *Quellungsvorgang vollzieht sich* gemäß der dabei zu beobachtenden Änderung der Farbe der Granulen im Auflicht und Durchlicht *am Melanin* und führt, durch alkalische Mittel zu weit getrieben, zum Verlöschen des Schillers.

Alle diese Tatsachen verweisen auf das *Melanin als Erzeuger der Schillerfarben*; nur dort, wo es vorkommt, zeigt sich Schiller und genau entsprechend dem Umfang der einzelnen Melaninblättchen. Ja, man kann schillernde Melaninblättchen durch Behandeln eines kleinen Stückes eines Radius mit konzentrierter Schwefelsäure aus dem umhüllenden Horn befreien; alsdann leuchten sie in der Flüssigkeit tanzend unter dem Ultropak bald farbig auf, bald verlöschen sie, je nach ihrer Stellung zum Lichteinfall. Durch diesen Versuch wird unwiderleglich dargetan, daß die Melaninblättchen ohne jede Hilfseinrichtung — etwa die darübergelegene Hornlamelle — die farbigen Reflexe hervorrufen.

Weiter stehen die oben genannten Beobachtungen in bestem Einklang mit der aus physikalischer Prüfung des reflektierten Lichtes gewonnenen Überzeugung, daß der Schiller durch Interferenz an dünnen Blättchen zustande kommt. Bekanntlich sind die Dünnblattfarben zunächst durch *komplementäres Verhalten* im auffallenden und durchfallenden Licht gekennzeichnet. Dieses bieten nun, wie bereits allgemein ausgesprochen (s. oben), auch die Melaningranula, indem sie z. B. an den blauen Federn von der Kehle des Kolibris *Helianthea helianthea* im durchfallenden Licht rötlichgelb erscheinen, an den grünen der Kopfplatte aber bräunlichrot und an den weinroten des Bauches olivgrün. Freilich sind die Durchlichtfarben nicht von der Reinheit wie etwa bei unpigmentierten Schillerschuppen des Schmetterlings Urania, weil im Durchlicht auch die *Absorption des Melanins* zur Geltung kommt. Entsprechendes gilt für die Reflexionsfarben; denn auch die im Interferenzvorgang des Auflichtes zusammenwirkenden Strahlen, sowohl der von der Oberfläche des Melanins zurückgeworfene als besonders der von der Unterfläche reflektierte, der zweimal die Dicke des Blättchens passiert, unterliegen der Absorption. Es handelt sich also um Farben *absorbierender* dünner Blättchen. Maß und spezifische Art der Absorption freilich werden bei Melaningranulen verschiedener Herkunft nicht gleich sein; denn „Melanin" kennzeichnet ja nicht eine bestimmte chemische Verbindung, sondern eine Gruppe von Pigmenten, innerhalb deren nicht unbeträchtliche Unterschiede bestehen, sowohl nach der Farbe wie nach dem Löslichkeitsverhalten. Und so finden sich auch schillernde nur sehr schwach absorbierende, im Durchblick fast farblose Melaninblättchen. Solche Fälle bezeugen, daß die Absorptionswirkung des Melanins nur modifizierend (so bei den Bronzetönen) in die Schillerfarbe eingreift, nicht aber ihre wesentliche Ursache abgibt. Die *hohe Brechzahl des Melanins* (s. oben) wirkt sich für die Intensität des Schillers günstig aus, weil gemäß FRESNELs Formel die Menge des reflektierten Lichtes mit der zweiten Potenz der Brechzahl ansteigt. Da Metalle einerseits durch starke und meist selektive Absorption, andererseits durch starke Reflexion gekennzeichnet sind, so dürfte das eigentümlich *metallische Aussehen vieler Schillerfarben* bei Vögeln auf dem Zusammentreffen dieser beiden Eigenschaften beim Melanin beruhen.

Weiter hängt bekanntlich die Farbe dünner Blättchen vom *Einfallswinkel* ab; sie „fällt" mit dessen Steigen in der NEWTON-Reihe. Daß auch dieses Merkmal am Melanin haftet, zeigt die Abhängigkeit der Reflexionsfarbe von der Stellung des Dunkelfeld- und Ultropakkondensors (s. oben) und ebenso von abnormer Lagerung der Blättchen (s. oben). Der Einfluß der *Dicke* der reflektierenden Schicht auf die Farbe (Steigen des Gangunterschiedes und also der Farbe mit wachsender Schichtdicke) tritt besonders schön an solchen Melaninblättchen (vgl. Fig. 5 und 2b) hervor, die am Rande dünner werden und deren Rand und Mitte daher verschiedene Tönung darbieten, aber auch bei der Quellung.

Demnach lassen sich alle Kennzeichen der Farben dünner Blättchen an den schillernden Melaningranula nachweisen, so daß sie den aus der physikalischen Prüfung des von Schillerfedern reflektierten Lichtes erwachsenden Ansprüchen nach jeder Richtung genügen. Das bei zahlreichen Tieren vorkommende, als Pigment verwendete Melanin dient also im Gefieder auch der Erzeugung von Dünnblattfarben. Wie weit in gewissen Fällen die regelmäßige Anordnung der Melaningranula (vgl. Fig. 4a) noch zusätzliche Farbeffekte gibt (etwa durch Gitterwirkung) bleibt noch zu prüfen.

Wenn mit den vorstehenden Darlegungen auch das allgemeine Prinzip geklärt ist, so muß doch betont werden, daß die Dünnblattfarben des Melanins im einzelnen viele Abwandlungen darbieten. Diese bewegen sich in mannigfachen Stufen zwischen stark irisierendem Metallglanz, der in bestimmten Stellungen des Vogels zum Beschauer völlig verschwindet und dunkler Melaninfarbe Platz macht (wie bei den Flecken der Trochilidae), und einer glanzlosen nicht irisierenden Färbung, die, von der Stellung des Vogels unabhängig, den Eindruck eines farbigen Pigmentes erweckt, so bei den grünen Federn der Flaumfußtauben (Ptilinopidae). Im ersten Falle sind die reflektierenden Teile der Schillerzellen zu ebenen Spiegeln zusammengefaßt, im letzten aber trägt eine jede Zelle einen halbkugeligen Reflexionsbuckel, der auch bei Bewegung des Tieres dem Beobachter immer den gleichen Reflex liefert (W. J. SCHMIDT [*9*]). Wie ergebnisreich nach dieser Hinsicht die nähere Untersuchung der morphologischen Verhältnisse schon in einer einzigen Gruppe sein kann, belegt die Arbeit von DORST (a. a. O.) über die Trochilidae.

Mit der Entdeckung des Melaninschillers erhellen sich auch verschiedene bisher nicht recht verständliche

Tatsachen. So erscheint das oft hervorgehobene, aber bei Annahme eines schillernden Hornblättchens physikalisch nicht befriedigend deutbare *Zusammengehen von Schiller und Melanin* und die starke Anhäufung des letzten an schillernden Stellen ebenso selbstverständlich, wie das gelegentliche Auftreten schillernder Federäste (verursacht durch Melaningranulen in deren Rindenzellen). Daß nicht überall, wo Melanin vorkommt, Schiller sich zeigt, liegt an ungeeigneter Beschaffenheit — zu großer oder zu stark variierender Dicke —, zu geringer Zahl und mangelnder Ausrichtung der Granulen über ausgedehntere Flächen hin. Unter dem Ultropak oder im Dunkelfeld finden sich öfter an nichtschillernden Federn in verschiedenen Reflexfarben aufleuchtende Granula; das von diesen winzigen Gebilden ausgehende farbige Licht bleibt dem unbewaffneten Auge unmerklich, weil die Summation der Einzeleffekte fehlt, die Einfarbigkeit über eine ausreichende Fläche hin verlangt. Der allmählich oder schroffer erfolgende gesetzmäßige Wandel einer Schillerfarbe, wie man ihn an einer irisierenden Feder basalwärts als Übergang zum nichtschillernden Bereich in verschiedener Breite antrifft, oder wie er bei den verschiedenfarbigen konzentrischen Ringen der Schwanzfeder„augen" des Pfaues allgemein bekannt ist, hat seinen Grund in *kontinuierlicher Änderung der Dicke der Melaninblättchen*, wozu wohl noch Unterschiede in der Absorption des Melanins verschiedener Zonen treten mögen.

Neben dem bisher erörterten Prinzip der Schillererzeugung am Gefieder gibt es noch ein zweites von ganz anderer Art: Bei gewissen *Tauben*, z. B. den Gattungen *Columba* und *Turacoenas*, enthalten alle Federn, auch die schillernden, *kugelige* Melaningranula so bedeutender Größe (Durchmesser bis mehrere μ), daß von vornherein ihr Wirken nach Art dünner Blättchen ausgeschlossen ist. Die Schillerfedern dieser Vögel unterscheiden sich grundlegend von den bisher betrachteten dadurch, daß der farbige Effekt beim Behandeln mit Flüssigkeiten von der Brechzahl des Hornes aufgehoben wird, was bereits BRÜCKE [*3*] wußte. Mikroskopische Untersuchung der schillernden Federteile ergibt nun einen *luftgefüllten Hohlraum in jeder Zelle*, der die Melaninkügelchen, in einfacher Schicht geordnet, enthält. Mit der Verdrängung der Luft durch Flüssigkeit verschwindet der Schiller, wie sich unter dem Mikroskop verfolgen läßt. STRONG [*10*] hat zuerst vertreten, und ich (W. J. SCHMIDT [*8*]) konnte es durch Ultropakuntersuchung im einzelnen sicherstellen, daß die *Interferenzfarben durch dünne Luftschichten* entstehen und zwar dort, wo die Melaninkügelchen an den Hornmantel der Zellen anstoßen, also in derselben Art wie im bekannten NEWTONschen Versuch mit der Plankonvexlinse großen Krümmungsradius' auf ebener Glasplatte. Um die Berührungspunkte der Granula mit dem Hornmantel zeigen sich im Ultropakmikroskop vielfarbige Ringe, die für das unbewaffnete Auge zu einer Mischfarbe verschmelzen, an der auch die Farbe der Melaningranula Anteil haben kann, wie bei *Columba trocaz*. So fand die Natur einen neuen Weg zur Erzeugung von Schillerfarben am Gefieder, wo der sonst betretene durch Form und Größe der Melaningranula ungangbar wurde. Übrigens hat man auch an melaninfreien weißen Taubenfedern schwachen Schiller beobachtet, der wohl durch dünne Luftschichten zwischen den beiden Lamellen des Hornmantels verursacht wird.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß unter den Säugern ein Fall *schillernden Haarkleides* bekannt ist, nämlich bei den *Chrysochloridae* (Goldmullen). Nach den Befunden bei den Vögeln hätte man erwarten dürfen, bei diesen Horngebilden das eine oder andere der beiden dort benutzten schillererzeugenden Prinzipien anzutreffen. Aber hier hat die Natur wieder einen anderen Weg betreten: der Schiller der *Chrysochloris*-Haare entsteht an der Grenze von Epidermicula („Cuticula") und Haarrinde, ohne Beteiligung von Melanin und ohne Mitwirkung dünner Luftschichten, vermutlich durch Dünnblatt- oder Gitterwirkung der oberflächlichen Rindenzellen; doch bedürfen meine Untersuchungen an diesem Objekt noch weiterer Vertiefung.

Literatur.

[*1*] BIEDERMANN, W.: Denkschr. naturw.-med. Ges. Jena **11**, 215 (1904) (Haeckel-Festschrift). — [*2*] BIEDERMANN, W.: Erg. Biol. **3**, 354 (1928). — [*3*] BRÜCKE, E.: Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl., Abt. 2, **43**, 177 (1861). — [*4*] DORST, J.: Mém. Mus. nat., n. S. A. Zoologie **1**, 125 (1951). — [*5*] ELSÄSSER, TH.: J. of Ornithol. **73**, 337 (1925). — [*6*] RENSCH, B.: Zool. Anz. **70**, 93 (1927). — [*7*] SCHMIDT, W. J.: Z. Naturforschg. **3**b, 55 (1948). — [*8*] SCHMIDT, W. J.: Altes und Neues über Strukturfarben im Tierreich. Gießener naturwiss. Vorträge. Gießen: Wilhelm Schmitz 1949. — [*9*] SCHMIDT, W. J.: Ber. oberhess. Ges. Natur- u. Heilkde. Gießen, n. F., Naturwiss. Abt. **25** (1952). — [*10*] STRONG, R. M.: Mark Anniversary Volume, Article XIII, **1903**, 263. — [*11*] STRESEMANN, E.: Aves. In Handbuch der Zoologie von KÜKENTHAL-KRUMBACH, Bd. 7, 2. Hälfte. Berlin u. Leipzig 1927/34.

Gießen, Zoologisches Institut, Bismarckstraße 16.

Eingegangen am 10. Januar 1952.

Die Rhizopodenanalyse als Hilfsmittel der Moorforschung*).

Von THEODOR GROSPIETSCH, Kiel.

Als vor einem halben Jahrhundert von LAGERHEIM [*1*] über die ersten subfossilen Schalen von Rhizopoden[1]) aus Torfen Schwedens und Finnlands berichtet wurde, war nicht anzunehmen, daß sich über diese Gelegenheitsfunde hinaus eine brauchbare Verwendung dieses Materials ergeben könnte. In der damaligen Zeit, die ja durch PENARD, CASH und WAILES

*) Der Deutschen Forschungsgemeinschaft gebührt mein Dank, ohne deren finanzielle Hilfe die Durchführung meiner Untersuchungen nicht möglich gewesen wäre.

[1]) Die zu den Protozoen gehörige Unterklasse der Rhizopoden (im engeren Sinne) teilt sich in die beiden Ordnungen der *Nuda* (Nacktamöben) und *Thecamoeba* oder *Testacea* (beschalte Amöben). Im folgenden Text handelt es sich nur um Vertreter der letzteren Ordnung. Zur Vereinfachung wird aber statt von Testaceen oder Thekamöben nur von Rhizopoden gesprochen.

Die Schalen der Thekamöben, die teils strukturlos und hyalin, teils aber mit Fremdkörpern besetzt sind, sind mehr oder weniger resistent und daher in Torfen konservierbar. Sie haben früher die lebenden Torfmassen besiedelt, die dann im Laufe der Zeit durch das Weiterwachsen der Sphagnen (Torfmoose) vertorft sind.

Aus den Lebensgemeinschaften (Biocoenosen) der Sphagnumrasen sind durch die Fossilierung Totengesellschaften (Nekrocoenosen) geworden. Im Gegensatz zu manchen anderen Tiergruppen sind die Arten, die subfossil gefunden werden, mit den rezenten Formen identisch, so daß die ökologischen Ansprüche von heute und früher im wesentlichen vergleichbar sind.

DRUCKSACHE

An die Geschäftsstelle der
Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte e.V.

(22a) **Wuppertal - Elberfeld**

Friedrich-Ebert-Straße 217

Absender:

POSTKARTE

An den

VERKEHRSVEREIN ESSEN E.V.

Essen

Haus der Technik (Bahnhofsvorplatz)
Postfach 1090

Ich (wir) nehme(n) an der Naturforscherversammlung in Essen vom 21.—25. September 1952 teil - nicht teil.

Ich (wir) nehme(n) an der Schultagung vom Sonntagvormittag, dem 21. September 1952 teil - nicht teil.

Die in Frage kommende Teilnehmergebühr habe ich (haben wir) gemeinsam mit meinem (unserem) Jahresbeitrag für 1952 eingesandt — werde ich (werden wir) später einsenden.

(Nicht Zutreffendes bitte durchzustreichen)

Name: .....

Ort: .....

Straße und Hausnummer: .....

Datum: .....

Als Teilnehmer an der **97. Tagung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte e. V., vom 21. bis 25. September 1952 in Essen,** bestelle (n) ich - wir

.....Einzelzimmer .....Doppelzimmer

für: ..... für: .....

für: ..... für: .....

(Namen der Tagungsteilnehmer) (Namen der Tagungsteilnehmer)

für die Nächte vom ..... zum ..... Sept. 1952 (Abreisetag)

Gruppe A: Hotelzimmer 8 - 10 DM je Bett
Gruppe B: Hotelzimmer 6 - 7 DM je Bett
Gruppe C: Hotelzimmer 5 - 6 DM je Bett
Gruppe D: Privatzimmer 4 - 5 DM je Bett *)

Falls Einzelzimmer in Hotels oder Pensionen nicht verfügbar sind, bin ich - sind wir bereit, mit einem anderen Teilnehmer ein Doppelzimmer zu teilen, - bitte (n) ich - wir um Zuweisung eines privaten Einzelzimmers. *)
Anmeldungen werden bis spätestens zum 1. September 1952 erbeten. Für Studenten sind verbilligte Unterkunftsmöglichkeiten vorhanden.

Besondere Wünsche (Garage) usw.: .....

....., den 1952

Deutliche Unterschrift: .....

Wohnort: .....

Straße und Nr.: .....

*) Nichtgewünschtes bitte streichen.

zu einer Blütezeit der systematischen Bearbeitung dieser Tiergruppe wurde, legte man aber noch keinen großen Wert auf die ökologischen Faktoren, und so nimmt es auch nicht wunder, daß die 1911 von WAILES und PENARD [2] veröffentlichte Arbeit nur eine Artenliste der in einem prähistorischen Torf auf der Clare-Insel gefundenen Formen enthält. Auf die Mutterformationen wurde nur wenig geachtet. Viel später erst war es dann STEINECKE (1929) [3], der unter Berücksichtigung der ökologischen Faktoren die Nekrocoenosen des Zehlaubruches beschrieb. Der Gedanke einer Rhizopodenanalyse wurde etwa zur gleichen Zeit von HARNISCH aufgegriffen. Die Untersuchungen führten aber infolge zu weiten Probenabstandes und unzureichender Aufbereitung zu keinen befriedigenden Ergebnissen. Erst 1934 gelang es HOOGENRAAD [4] bei seinen Analysen in niederländischen Hochmooren, durch Vergleich mit der pollenanalytischen Datierung gewisse Schlüsse aus der Verteilung der Rhizopodenschalen in den verschiedenen Horizonten zu ziehen. Auch einige Pollenanalytiker, so z.B. GRANLUND [5] (1932), KOCH [6] (1934) und SCHMEIDL [7] (1940) befaßten sich mit dem Vorkommen dieser Schalen, gaben aber, soweit überhaupt Zahlen genannt wurden, diese in Prozent der Baumpollen an. Um einigermaßen vergleichbare Werte zu erzielen, wurden deshalb von HARNISCH [8] (1948) einheitliche Arbeitsmethoden vorgeschlagen. Im Jahre 1947 wurde von mir die rhizopodenanalytische Untersuchung an Mooren Ostholsteins begonnen (im Druck) [9], wobei wesentlich geringere Probenabstände als bisher benutzt wurden (im allgemeinen 10 cm). Aus zeitbedingten Gründen mußte damals leider auf das klassische Moorgebiet Niedersachsens verzichtet werden, wo die Stratigraphie der Moore wesentlich übersichtlicher ist, als dies in Ostholstein mit seinen vielen Zwischenmooren der Fall ist. Es kann deshalb auch nicht erwartet werden, daß bei den damaligen Untersuchungen die Ergebnisse so überzeugen. Aber sie haben uns immerhin einen Schritt weiter gebracht. In den vergangenen Jahren konnte nun die Bearbeitung einiger niedersächsischer und süddeutscher Moore begonnen werden, die diese Lücke ausgleichen sollen.

Nach diesem kurzen geschichtlichen Überblick müssen wir zum Verständnis der Probleme aber noch einige ökologische und technische Fragen erörtern.

Vertreter der *testaceen* Rhizopoden kommen in allen Biotopen des Süßwassers vor, sind zwar im allgemeinen weitverbreitete Kosmopoliten, aber nur zu einem geringen Teile Ubiquisten. Einzelne Arten und Gattungen sind sogar streng sphagnophil [1]) oder sogar sphagnobiont, wobei außerdem noch die Feuchtigkeitsverhältnisse von Wichtigkeit sind. Wie schon HARNISCH [10] (1925) zeigte, nimmt z.B. die Individuenmenge von *Amphitrema flavum* bei größerer Feuchtigkeit zu, um aber bei freiem Wasser schnell abzusinken, während *Amphitrema wrightianum* bei sehr stark vernäßten Lagen maximale Werte erreicht. Das in Fig. 1 gezeigte Diagramm veranschaulicht diese Tatsache recht deutlich. Wenn auch bei vielen anderen Arten die Einzelheiten noch nicht restlos geklärt sind, leuchtet es ein, daß man auf Grund dieser Abhängigkeit von der Feuchtigkeit gewisse Schlüsse aus der Zusammensetzung einer Nekrocoenose ziehen kann. Es muß allerdings noch berücksichtigt werden, daß außerdem je nach der betreffenden Moorformation bestimmte Assoziationen zu erwarten sind, die von

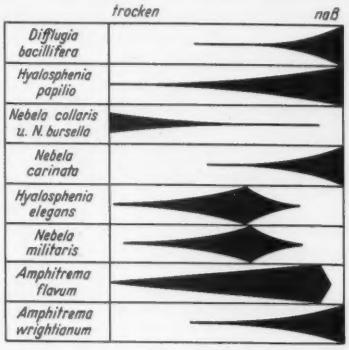


Fig. 1. Häufigkeit einiger Rhizopodenarten im Sphagnumrasen (nach HARNISCH).

HARNISCH als 5 Typen charakterisiert worden sind und im folgenden kurz zusammengefaßt werden sollen (vgl. auch Fig. 2—5):

Tabelle 1.

Typen	Vorkommende Arten	Verbreitung
Waldmoos-Typ	*Difflugia-*, *Centropyxis-*, *Arcella*-Arten, *Nebela collaris*, *N. militaris*, *Euglypha*-Arten, *Assulina muscorum*, *A. seminulum*, *Corythium*- und *Trinema*-Arten. *Amphitremen* und *Hyalosphenien* (außer eventuell *H. subflava*) fehlen	Nicht moorbildende Sphagneta in Wald und Heide und an Seeufern
Hyalosphenien-Typ	Neben den Formen des Waldmoostyps vor allem *Hyalosphenia elegans* und *H. papilio*, die mit zunehmender Feuchtigkeit auch erheblich an Zahl zunehmen	Zwischenmoore und Randgebiete von Hochmooren
Flavum-Typ	Neben der *Hyalosphenien*-Gemeinschaft auch *Amphitrema flavum* (meist zahlreich). In nassen Sphagneten optimale Bedingungen	Weitverbreitet in Hochmooren
Wrightianum-Typ	Neben den Arten des Flavum-Typs tritt nun noch als Charakterform *Amphitrema wrightianum* auf	Hochmoore der ozeanischen Gebiete
Tyrphoxenen-Typ	Moorfemde Arten, wie *Phryganella*, *Trigonopyxis arcula* und *Hyalosphenia subflava*	Randgebiete und absterbende Hochmoore

Eine Unterscheidung dieser Typen ist im subfossilen Zustande nicht so klar, wie bei diesem abstrakten Schema, da vor allem die Erhaltungsfähigkeit der einzelnen Arten unterschiedlich ist. Glücklicherweise sind bei den extremen Typen, den beiden *Amphitremen*- und dem *Tyrphoxenen*-Typ größere Schalenverluste nicht zu bemerken, so daß eine nahezu quantitative Erfassung möglich ist, die die Grundlage für die Rhizopodenanalyse bildet. So können wir aus der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung einzelner Proben eines Hochmoor- oder Zwischenmoorprofils Schlüsse auf den Feuchtigkeitsgehalt dieser Schicht zur Zeit ihrer Bildung ziehen.

[1]) sphagnophil = Torfmoos bevorzugend; hygrosphagnophil = feuchtes Torfmoos bevorzugend; sphagnobiont = an Torfmoose gebunden.

Im Gegensatz zur Pollenanalyse, bei der aus der Ablagerung der Pollen aus der Umgebung des Moores auf die Waldgeschichte und im Zusammenhang mit vorgeschichtlichen Funden auf das Alter der entsprechenden Schichten geschlossen wird, soll die Rhizopodenanalyse dazu beitragen, die Vernässungszonen und Trockenhorizonte feiner herausarbeiten zu können, als dies allein auf Grund der pflanzlichen Zusammensetzung und der kolorimetrischen Untersuchung möglich ist.

Über die Methodik bei der Untersuchung muß auf die ausführlichen Darlegungen bei meiner holsteinischen Arbeit verwiesen werden. Es soll nur erwähnt werden, daß die Aufarbeitung des Materials in grubenfrischem Zustande erfolgt und zwar nicht in Kali- oder Natronlauge, sondern nur in Wasser. Nach einer längeren Kochzeit ist der Torf so zerfallen, daß er leicht durch Seidengaze gedrückt werden kann. Nach Zentrifugieren und Dekantieren der Flüssigkeit wird Glyzerin zugesetzt und zwar soviel, daß die Menge des Sediments etwa gleich der der darüberstehenden Flüssigkeit ist. Dadurch wird eine einigermaßen gleichmäßige Konzentration in allen Proben erreicht. Da ja eine eigentliche Bezugsgröße fehlt, wird möglichst in Serien gearbeitet, um größere Differenzen zu vermeiden. Bei dem Zählen unter dem Mikroskop, das bei etwa 200facher Vergrößerung geschieht, werden jeweils 5 Deckgläser 18 × 18 mm durchgesehen, um auch hier wieder möglichst alle Fehlerquellen auszuschalten. Entsprechende Vergleichsversuche haben gezeigt, daß dieses Verfahren durchaus brauchbare Ergebnisse ergibt.

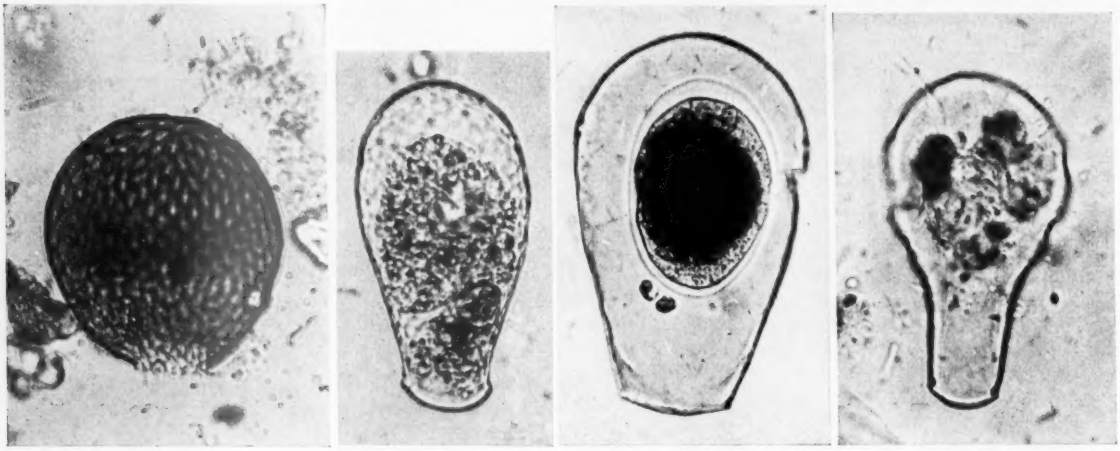


Fig. 2a. Fig. 2b. Fig. 3a. Fig. 3b.

Fig. 2a u. b. Einige der Leitformen des Waldmoos-Typs. a *Assulina seminulum* (L. 68—102 μ); b *Nebela militaris* (L. 55—76 μ). (In Klammern die Größe der Schalen. L. = Länge, D. = Durchmesser.)

Fig. 3a u. b. Leitformen des *Hyalosphenien*-Typs. a *Hyalosphenia papilio* (L. 70—155 μ); b *Hyalosphenia elegans* (L. 63—95 μ).

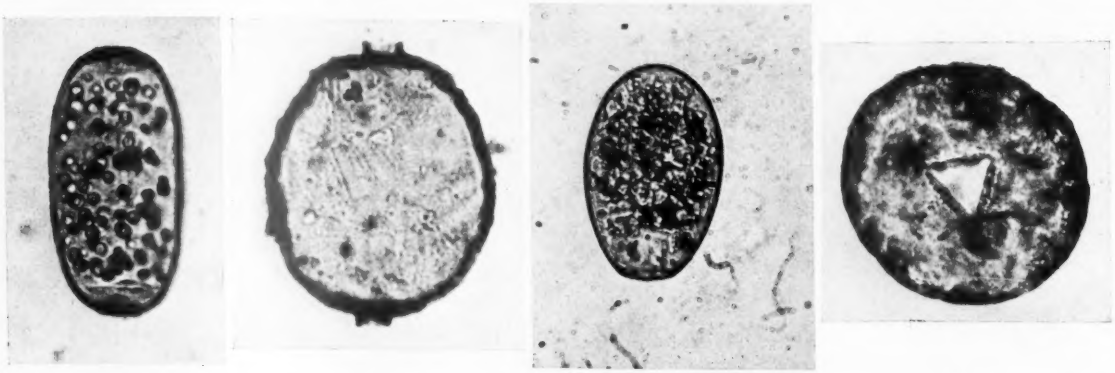


Fig. 4a. Fig. 4b. Fig. 5a. Fig. 5b.

Fig. 4a u. b. Leitformen des *Flavum*- und *Wrightianum*-Typs. a *Amphitrema flavum* (L. 55—75 μ); b *Amphitrema wrightianum* (L. 63—69 μ).

Fig. 5a u. b. Einige der Leitformen des Tyrphoxenen-Typs. a *Hyalosphenia subflava* (L. 59—69 μ); b *Trigonopyxis arcula* (D. 110—140 μ).

Aus den zahlreichen Profilen, die in den letzten beiden Jahren in Niedersachsen untersucht worden sind, sollen hier nur zwei herausgegriffen werden. In Fig. 6 ist ein Diagramm aus dem Harz wiedergegeben (Sonnenberger Moor), während das andere aus dem Gifhorner Moor stammt. Bleiben wir zunächst bei dem Diagramm aus dem Sonnenberger Moor. Wir finden bei diesem Profil, das sicher nur nachwärmezeitliche Torfschichten umfaßt, einen für die Harzmoore recht starken Wechsel zwischen ausgesprochen nassen und trockneren Horizonten. Erstere sind deutlich an den Maximalwerten von *Amphitrema flavum*,

Hyalosphenia papilio und zum Teil auch von *Amphitrema wrightianum* zu erkennen. In der Tiefe von 200 cm steigt die Zahl von *A. flavum* auf 450 Schalen. Das Maximum von *Hyalosphenia papilio* scheint hier zu fehlen, wird aber, was für Gebirgsmoore typisch zu sein scheint, durch die noch mehr Feuchtigkeit bevorzugende *H. ovalis* ergänzt. Alle anderen Arten sind nur schwach vertreten. Tyrphoxene Arten fehlen fast vollständig. Auf diese Vernässungszone folgt ein trockneres Stadium, das durch den Rückgang der sphagnophilen Arten und ein Hervortreten von *Hyalosphenia subflava* gekennzeichnet ist und nur relativ kurze Zeit angehalten haben kann. Schon bei 140 cm ist deutlich eine neue Vernässungsphase zu erkennen, die sich in den Gipfeln der hygrosphagnophilen Arten abzeichnet. Der gleiche Ablauf wiederholt sich noch mehrmals, indem die feuchtigkeitsliebenden Arten von moorfremden Arten abgelöst werden. Die an der rechten Seite des Diagramms (Fig. 6) gezeichnete Kurve der kolorimetrisch[1]) ermittelten Extinktionskoeffizienten deckt sich ziemlich genau mit den Befunden der Rhizopodenanalyse, was immerhin beweisen kann, daß zumindest die Methodik der Aufbereitung ausreichend sein muß.

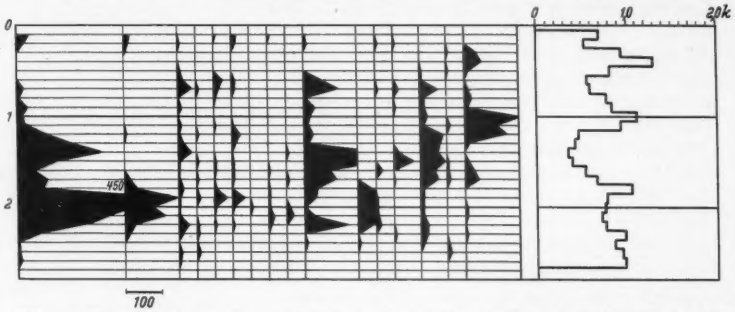


Fig. 6. Rhizopodendiagramm aus dem Sonnenberger Moor (Oberharz). Links Tiefenstufen von 10 zu 10 cm. Rechts die kolorimetrisch ermittelten Extinktionskoeffizienten *k*.

Bei dem festgestellten stetigen Wechsel von trockneren und nassen Lagen drängt sich naturgemäß die Frage auf: Handelt es sich bei diesen Schwankungen tatsächlich um allgemein beobachtete Wechsel im Moorwachstum, die durch klimatische Faktoren bedingt sind, oder aber sind es nur die Bult- und Schlenkenlagen[2]), die sich auf diese Weise abzeichnen? Dazu wäre es notwendig, andere Profile des gleichen oder eines benachbarten Moores zum Vergleich heranzuziehen. Aus räumlichen Gründen muß hier darauf verzichtet werden. Aber es kann gesagt werden, daß sich 3 Profile aus dem Moor am Brockenfeld ganz ähnlich verhalten, wenn auch die Gipfel der tyrphoxenen Arten viel weniger deutlich ausgeprägt sind, als das beim Sonnenberger Moor der Fall ist. Es ist anzunehmen, daß besondere Faktoren, die bisher noch nicht klar zu erkennen sind (vielleicht die steile Hanglage), sich in dem einen Falle stärker ausdrücken als im anderen. Stratigraphisch ist dieser Wechsel in der Schichtenfolge nur schwer zu erkennen, da die durchschnittliche Zersetzung des Torfes im Harz nur sehr gering und nach dem Augenschein nicht sicher feststellbar ist. Wenn die pollenanalytische Untersuchung aller Harzprofile vorliegt, wird auch ein Vergleich der einzelnen Profile weitere Aufschlüsse bringen und zeigen, ob eine Synchronisierung möglich ist. Nach den bisherigen Vergleichen erscheint es aber zumindest sehr unwahrscheinlich, daß es sich nur um lokale, von Stelle zu Stelle wechselnde Gipfelwerte handelt. Auch bei Heranziehung anderer Profile aus Gebirgen lassen sich ähnliche Kurven erkennen.

Bei den früheren Bearbeitungen war immer nur ein Profil aus einem Moor untersucht worden, wobei noch die Frage offenblieb, wie weit ein einzelnes Diagramm für die Beurteilung eines Moores ausreichend sei. Um diesen Fragenkomplex, der ja für die Existenz der Rhizopodenanalyse von allergrößter Bedeutung ist, zu klären, wurden in 2 Mooren Schleswig-Holsteins Linienprofile untersucht, die eine weitgehende Übereinstimmung an den einzelnen Entnahmestellen aufwiesen. Nach diesen grundlegenden Untersuchungen glaubte ich das Recht in Anspruch nehmen zu können, bei den anderen Mooren mit wenigen Profilen auszukommen. Schließlich kam es bei den damaligen Untersuchungen darauf an, einen gewissen Überblick über die regionalen Verschiedenheiten zu bekommen, da in Schleswig-Holstein die Art der Moorbildung wegen des außergewöhnlich starken Niederschlaggefälles von West nach Ost und des geologischen Aufbaues des Landes außerordentlich unterschiedlich ist.

Um aber den Einwand, ein oder wenige Profile seien zur Beurteilung eines Moores nicht ausreichend, von neuem zu entkräften, wurden im vergangenen Jahre neue Untersuchungen in dem aus der Literatur reichlich bekannten Großen Moor bei Gifhorn in Angriff genommen. Insgesamt wurden aus diesem Moor 12 Profile analysiert, die — bis auf zwei — alle im Moorgebiet zwischen Neudorf-Platendorf und dem Stüder Heudamm liegen. Der Abstand vom südlichsten Profil bis zum nördlichsten Profil beträgt etwa 1500 m. Der Vorteil bei diesen Untersuchungen ist, daß aus diesem Teil des Moores eine genaue pollenanalytische Bearbeitung von SELLE [*11*] (1935) und OVERBECK [*12*] (1950) und [*13*] (im Druck) vorliegt. Dadurch ist auch die Möglichkeit gegeben, eine Datierung der Vernässungshorizonte vorzunehmen.

In allen Profilen zeigt sich auch hier eine ziemlich deutliche Übereinstimmung der Vernässungszonen und der wahrscheinlich mehr aerob gebildeten Torfschichten. Bei der Betrachtung des als Beispiel angeführten Diagramms von der Profilstelle *E* (Fig. 7) fällt sofort auf, daß der Kurvenverlauf von den hygrosphagnobionten Arten, vor allem von *Amphitrema flavum*, durch drei extreme Maxima gekennzeichnet ist, zwischen denen sich deutliche Minima erkennen lassen. Da diese Regelmäßigkeit an den verschiedensten Stellen des Moores auftritt, kann

[1]) Vgl. Fußnote 1, S. 322.

[2]) Die Oberfläche des Hochmoores ist in kleine Kuppen (Bulten) und Senken (Schlenken) unterteilt. Durch die größere Feuchtigkeit in den Schlenken wachsen hier die Torfmoore viel schneller als auf den trockeneren, meist verheideten Bulten. Im Laufe der Zeit wachsen sie sogar über die Höhe der Bulten hinaus, bis sie durch die geringere Feuchtigkeit verheiden und nunmehr selbst einen Bult bilden, während der alte Bult durch die jetzt vorhandene größere Feuchtigkeit zur Schlenke wird. Dieser auch als Regeneration bezeichnete Vorgang führt zum Wachstum des Moores.

nicht angenommen werden, daß es sich um zufällige Übereinstimmungen handelt. Vielmehr muß es sich dabei um Gesetzmäßigkeiten handeln, die durch das gesamte Moorwachstum und damit — abgesehen von einer vielleicht anzunehmenden Brandlage — nur durch klimatische Veränderungen erklärt werden können. Doch betrachten wir zunächst einmal den Verlauf der *Amphitrema flavum*-Kurve. Während die untersten Vorkommen die erste Phase der Hochmoorbildung über den Birkenbruchwald-Torf im mittleren Atlantikum darstellen, steigt die Frequenz der *Amphitremen* schnell und ist durch zwei deutliche Gipfel in einer Tiefe von 260 bis 230 cm gekennzeichnet. Am Ende der Zone VIII Nwd (Mittlere Wärmezeit) wird dieser zweifellos sehr nasse Horizont durch Torfschichten abgelöst, die außerordentlich schalenarm sind und aus einer trockneren Periode stammen müssen. Diese Tatsache ist auch äußerlich zu erkennen, da sich diese Horizonte mit den Schichten des unteren stark zersetzten Torfes decken. Dieser an den verwitterten Stichwänden als Hohlkehle deutlich erkennbare Horizont ist bekanntlich ein Charakteristikum des Gifhorner Moores und wurde früher zum Teil als Grenzhorizont im eigentlichen Sinne, also der Grenze zwischen später Wärmezeit und Nachwärmezeit, angesehen. Heute ist es sicher, daß diese Schicht in die Wärmezeit gehört. Da gleichzeitig mit dem Rückgang der *Amphitremen* ein schwaches Auftreten von tyrphoxenen Arten gekoppelt ist, muß eine schwere Störung des Moorwachstums angenommen werden, die sich, wie OVERBECK annimmt, bei der kontinentalen Lage viel stärker ausgewirkt hat, als dies in den mehr ozeanisch beeinflußten Mooren im übrigen Niedersachsen der Fall gewesen ist. Die erste Hälfte der späten Wärmezeit, also die Zone IX Nwd, ist durch eine erneute Zunahme der sphagnobionten Arten ausgezeichnet, die in allen Profilen auffällt. In der zweiten Hälfte dieser Periode, der Zone X Nwd, ist wiederum nur eine ganz geringe Schalenzahl von *A. flavum* zu bemerken. Lediglich etwa in der Mitte dieser Zone ist ein sehr kleiner Gipfel zu erkennen, der aber, wahrscheinlich durch den Probenabstand bedingt, nicht überall so deutlich hervortritt. Während bei den Harzmooren die subatlantischen Schichten stark gestreckt sind und dadurch die Vernässungszonen deutlicher heraustreten, ist dies beim Gifhorner Moor nicht der Fall. Dies liegt in erster Linie an den zahlreichen Kultivierungsmaßnahmen, die die Entwässerung und Abgrabung der obersten Torfschichten mit sich brachten. Eine genaue Untersuchung der nachwärmezeitlichen Schichten dürfte nur in rasch gewachsenen Mooren, vor allem in solchen des Gebirges, von Erfolg sein. Bei Gifhorn ist lediglich die in allen Mooren typische rasche und starke Zunahme der sphagnobionten Arten zu erkennen.

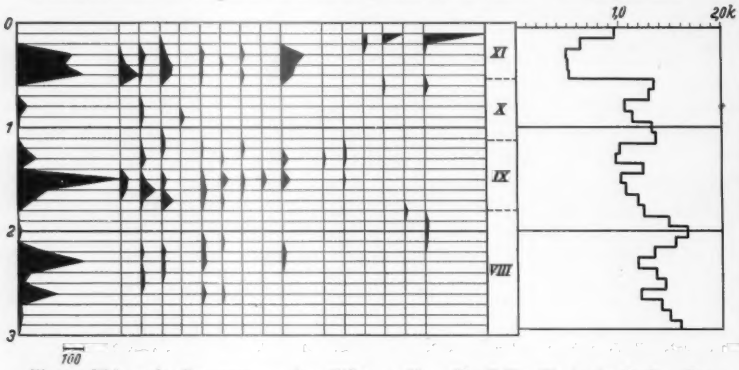


Fig. 7. Rhizopodendiagramm aus dem Gifhorner Moor (Profil E). Die in der Spalte „Zonen Nwd" genannten Zonen beziehen sich auf die Perioden der Waldentwicklung in Nordwestdeutschland (nach OVERBECK) [14]. Zone VIII und IX gehören in die mittlere Wärmezeit (Eichenmischwald-Haselzeit). Etwa 5000 bis 2500 v.Chr. Zone X = Späte Wärmezeit von etwa 2500 bis 600 v.Chr. Zone XI bezeichnet die Nachwärmezeit (Buchenzeit) ab 600 v.Chr.

Fig. 8. Photographische Aufnahme von der Profilstelle *E* des Gifhorner Moores mit eingezeichneter Kurve von *Amphitrema flavum*. Teilausschnitt von der Oberfläche bis etwa 240 cm Tiefe.

Immerhin hat uns die Betrachtung des Diagramms etwa folgende Entwicklung gezeigt:

1. Mit Beginn des Sphagnumtorfes Zunahme der Feuchtigkeit bis zu einem nassen Sphagnetum (Torfmoosrasen) in der mittleren Wärmezeit.

2. Das Ende dieser Periode muß wesentlich trockener oder sogar sehr trocken gewesen sein.

3. Die erste Hälfte der späten Wärmezeit dürfte durchweg ziemlich naß gewesen sein, während die zweite Hälfte (Zone X Nwd) wieder trockener war, wobei nur etwa in der Mitte dieser Zone eine geringfügige Zunahme der Feuchtigkeit wahrscheinlich ist.

4. Die nachwärmezeitlichen Schichten sind, wie überall, durch hohe Frequenzen (Häufigkeit) der Rhizopodenschalen gekennzeichnet. Diese Beobachtungen in den Häufigkeitsschwankungen der Rhizopoden, die hier nur kurz skizziert werden können, decken sich vollständig mit den kolorimetrischen[1])

[1]) Bei der kolorimetrischen Bestimmung werden Alkaliextrakte der betreffenden Torfschicht auf den Gehalt an Humusstoffen untersucht. Die Farbintensität nimmt mit dem Zersetzungsgrade des Torfes zu und wird durch den Extinktionskoeffizienten *k* ausgedrückt. Die Werte schwanken bei Weißtorfen etwa zwischen

Untersuchungen und den Befunden von OVERBECK[1]), der aus seinen Resultaten zu dem Schluß kommt, daß das Ende der Zone VIII in eine xerokline[2]) Phase, die Zone IX und die Mitte der Zone X dagegen in eine hygrokline Phase zu gehören scheinen. Um die Übereinstimmung zwischen Torfbildung und Rhizopodenfrequenz anschaulich zu zeigen, ist in Fig. 8 die Kurve von *Amphitrema flavum* in eine Aufnahme der Torfwand am Profil *E* eingezeichnet.

Damit dürfte auch in diesem Moor im östlichsten Teile Niedersachsens die Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Moorstratigraphie klargestellt sein. Wenn man auf diesen Grundlagen aufbaut, kann angenommen werden, daß sich auch an vielen anderen Stellen, wo die Stratigraphie und die kolorimetrische Untersuchung keine so deutlichen Vernässungszonen anzeigen, mit Hilfe der Rhizopodenanalyse dieser Wechsel von trockenen und nassen Lagen aufgezeigt werden kann.

Viele ökologische Beobachtungen über die Rhizopoden müssen noch ergänzt werden und auch sonst warten noch viele Fragen auf eine Beantwortung. Das kann aber auch nicht überraschen, wenn man bedenkt, daß die ganze Methode noch in den Kinderschuhen steckt und manche Unklarheiten erst bei vergleichenden Untersuchungen geklärt werden können. Schließlich ist es ja bei der Pollenanalyse ganz ähnlich gewesen und erst allmählich wurde die Methode verfeinert. Und wieviele Pollenanalytiker haben sich in den letzten Jahrzehnten in aller Welt damit beschäftigt! So kann auch von der Rhizopodenanalyse nicht verlangt werden, daß nach den wenigen vorliegenden Untersuchungen sofort alle Probleme geklärt werden können.

Neben weiteren im Gange befindlichen Untersuchungen in Süddeutschland muß eine enge Zusammenarbeit mit allen pollenanalytischen Bearbeitern angestrebt werden, um von allen anfallenden Hochmoorprofilen aus ganz Mitteleuropa Material zu bekommen, das von einem Spezialisten bearbeitet werden muß. Dabei wird von dem Gesichtspunkt ausgegangen, daß 1. die Rhizopodenanalyse in kürzerer Zeit auszuführen ist, als dies bei der Pollenanalyse der Fall ist, und 2. daß keinem der Pollenanalytiker zuzumuten ist, neben der Vielzahl der Pollen auch noch auf die Rhizopoden zu achten. Angaben, wie sie von einzelnen Autoren über die Anwesenheit von Rhizopoden gemacht worden sind, sind völlig wertlos, da sie weder quantitativ erfaßt wurden noch eine ausreichende Artenkenntnis vorausgesetzt werden kann.

Nach den bisherigen Ergebnissen muß meines Erachtens die Frage nach der Berechtigung der Rhizopodenanalyse bejaht werden. Es hat doch den Anschein, daß die Rhizopoden recht gute Indikatoren sind und nicht nur eine Bestätigung der pflanzlichen Analyse, sondern in vielen Fällen auch eine wichtige Ergänzung sein können.

$k = 0{,}30$ und 1,0 und erreichen bei stark zersetzten Torfen bis über $k = 2{,}0$ (vgl. OVERBECK und SCHNEIDER, 1940 [*15*] und OVERBECK (1949) [*16*]).

[1]) Herr Prof. Dr. OVERBECK hatte die Freundlichkeit, mir die Einsicht in sein Manuskript zu ermöglichen, wofür ich auch an dieser Stelle danken möchte.

[2]) Hygroklin und xeroklin = Perioden relativ feuchterer und trocknerer Vegetationsverhältnisse.

Literatur.

[*1*] LAGERHEIM, G.: Geol. Fören. Stockh. Förh. **1901**, Nr. 209. — [*2*] WAILES, G. H., and E. PENARD: Proc. Roy. Irish. Acad. **31**, 1 (1911). — [*3*] STEINECKE, F.: Schr. Phys. Ökon. Ges. Königsberg **66**, 193 (1929). — [*4*] HOOGENRAAD, H. R.: Arch. Protistenkunde **84**, 1 (1934). — [*5*] GRANLUND, E.: Sveriges Geol. Undersök., Ser. C **1932**, Nr. 373. — [*6*] KOCH, H.: Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr. **31**, 109 (1934). — [*7*] SCHMEIDL, H.: Beih. bot. Cbl., Abt. B **60**, 493 (1940). — [*8*] HARNISCH, O.: Biol. Zbl. **67**, 551 (1948). — [*9*] GROSPIETSCH, TH.: Arch. Hydrobiologie (im Druck). — [*10*] HARNISCH, O.: Zool. Jb., Abt. Syst. **51**, 1 (1925). — [*11*] SELLE, W.: Jb. preuß. Geol. Landesanst. Berlin **56**, 371 (1935). — [*12*] OVERBECK, F.: Die Moore Niedersachsens. Nieders. Amt für Landesplanung und Statistik. Reihe A I, Bd. 3, 4. Abt. 1950. — [*13*] OVERBECK, F.: Das Große Moor bei Gifhorn im Wechsel hygrokliner und xerokliner Phasen der nordwestdeutschen Hochmoorentwicklung (im Druck). — [*14*] OVERBECK, F., u. S. SCHNEIDER: Z. Bot. **33**, 1 (1938). — [*15*] OVERBECK, F., u. S. SCHNEIDER: Angew. Bot. **22**, 321 (1940). — [*16*] OVERBECK, F.: Planta (Berl.) **35**, 1 (1947).

Aus der Hydrobiologischen Anstalt Plön der Max Planck-Gesellschaft.

Eingegangen am 16. Februar 1952.

Berichte.

Über die Enzymaktivität in gefrorenen Pflanzengeweben.

Von FRIEDRICH KIERMEIER, München.

Schon der Aufbau eines Enzyms aus kolloidem Träger und aktiver Gruppe läßt ahnen, daß es in zwei Richtungen beeinflußt werden kann, und zwar sowohl in seiner katalytischen Aktivität als auch in seinem Zustand des Enzymkomplexes. Bei den in Geweben vorkommenden Enzymen kann sich überdies noch das Verhältnis von in freier Lösung befindlichen und in der Zelle verankerten Enzymen ändern, d.h. der Anteil an Lyo-, Endo- und Desmo-Enzym[1]) unterliegt nicht nur biologischen, sondern auch technischen Einflüssen. Für den technisch arbeitenden Enzymchemiker ist es wichtig, daß alle diese Wirkungen durch *eine* Meßgröße ausgedrückt werden können, nämlich durch die Reaktionsgeschwindigkeit der vom Enzym katalysierten Reaktion. Nur auf Grund dieser Vereinfachung ist es bei dem heutigen Stand der Enzymchemie überhaupt vertretbar, sich mit dem so komplexen Einfluß des Gefrierens auf Enzyme zu beschäftigen.

Summarisch betrachtet, überstehen die Enzyme in gleicher Weise wie andere Gewebebestandteile den Einfluß des Gefrierens; selbst Temperaturen von −191° C schaden ihnen nicht [*1*]. Auch zahlreiche Beobachtungen in vitro und an pflanzlichen und tierischen Geweben belegen dies [*2*], ebenso wie dies aus dem Weiterleben zahlreicher Mikroorganismen nach Frosteinfluß hervorgeht [*3*]. Aus der Tatsache, daß eine Reihe von Veränderungen gefrorener Gewebe auf Enzyme zurückführbar sind [*4*], kann gefolgert werden, daß die katalytische Aktivität der Enzyme auch *während* des Gefrierens erhalten bleibt; selbstverständlich wird die Geschwindigkeit *entsprechend der Temperaturerniedrigung* vermindert. In dem für die Lagerung interessierenden Bereich von 0 bis −30° C sind hierfür Q_{10}-Werte von 2 bis 3 gemessen worden[2]). Hierbei ist jedoch zu bedenken, daß die meisten dieser Belege in Lösungen [*5*] oder in Emulsionen [*6*] erbracht worden sind. Exakte quantitative Beweise über die Enzymaktivität in gefrorenen Pflanzengeweben sind außerordentlich spärlich [*2*], und es ist daher nicht verwunderlich, daß nahezu alle unsere Vorstellungen darüber auf Analogieschlüssen beruhen, da es schwierig ist,

[1]) Man unterscheidet nach R. WILLSTÄTTER und M. ROHDEWALD [Hoppe-Seylers Z. **229**, 41 (1934)] die Lyo-Enzyme von den durch Einlagerung im Zellgerüst unlöslichen Endo- und von den protoplasmatisch gebundenen Desmo-Enzymen.

[2]) Der Q_{10}-Wert ist der Quotient zweier um 10° C auseinanderliegender Reaktionsgeschwindigkeiten eines Vorgangs (VAN'T HOFFsche Temperaturregel).

eine einzelne Reaktion aus dem komplexen Zellgeschehen herauszugreifen und hierbei die bisher üblichen Meßmethoden der Biochemie auf den gefrorenen Zustand der Gewebe anzuwenden. Die Ergebnisse können zusätzlich durch außerhalb der Gewebe liegende Lagerungsfaktoren wie Einfluß von Luft, Licht und Feuchtigkeit [7] gefälscht werden. Um Fortschritte zu erzielen, müssen lebensmitteltechnologische und biochemische Arbeitsweisen miteinander verknüpft werden.

Diesem summarischen Überblick stehen Beobachtungen gegenüber, nach denen die Enzymtätigkeit nahezu [8] oder völlig [9] eingeschränkt ist, wie bei enzymatischen Abbauversuchen mit Proteinen, oder sich gegenüber anderen Vorgängen verstärkt durchgesetzt hat, wie beim Süßwerden der Kartoffel [10]. Schon daraus geht hervor, daß der Gefriereinfluß die einzelnen enzymatischen Vorgänge in verschiedener Weise trifft, ja daß sogar manche Vorgänge rückläufig werden können, was auf Grund der Vorstellung über die Funktionen eines Katalysators lediglich auf einer Verschiebung des Gleichgewichts beruhen kann[1]). Es erhebt sich daher die Frage, wodurch diese Heterogenität der Erscheinungen zustande kommt.

Zwei Ursachen scheinen dafür maßgebend zu sein:

1. Die Änderung des Reaktionsmilieus, eine Folge des Ausfrierens des Wassers und des Konzentrierens der löslichen Bestandteile,

2. die Änderung des Enzymzustandes, wofür teils Milieuveränderungen den Anlaß geben, teils aber ein spezifischer Gefriereinfluß verantwortlich gemacht werden muß.

Wenn das Reaktionsmilieu geändert wird, muß bei der außerordentlichen Empfindlichkeit der Enzyme gegenüber der Zusammensetzung des Substrates deren katalytische Aktivität ebenfalls einem Wechsel unterliegen. Bei den bisherigen Modellversuchen in Lösungen ließen sich große Unterschiede in der Geschwindigkeit der enzymatischen Reaktion feststellen, je nachdem ob der Versuchsansatz flüssig oder erstarrt ist [11], [12]. Diese Unterschiede zwischen der Reaktionsgeschwindigkeit im unterkühlten und gefrorenen Medium müssen, wie MERGENTIME und WIEGAND [11] nachweisen konnten, immer größer werden, je stärker die Temperatur erniedrigt wird, weil dann der Anteil des ausgefrorenen Wassers erheblich größer [13] wird und weil sich immer größere Unterschiede gegenüber der ursprünglichen Zusammensetzung des Reaktionsmilieus einstellen dürften. Aber nicht nur dies, sondern auch die einzelnen Enzyme werden spezifisch behindert. Während die enzymatische Verseifung [14], [12] und die Oxydation[2]) von Fetten ohne weiteres bis zu −30° C zu verfolgen sind, konnten Eiweißabbauvorgänge bei tiefen Temperaturen bisher nur in geringem Umfange oder überhaupt nicht nachgewiesen werden [11], [16]. Im ersten Falle glaubt man, dies auf die Fähigkeit der Lipase, im heterogenen Milieu arbeiten zu können, zurückführen zu müssen, während bei der Hemmung der proteolytischen Tätigkeit Diffusionsschwierigkeiten zwischen Enzym und Substrat verantwortlich gemacht werden [9]. Dem widerspricht aber die Ansicht von WILLSTÄTTER und ROHDEWALD [15], daß man sich die Enzyme an die Bausteine des Protoplasmas mehr oder weniger fest gebunden vorstellen muß und daß sie dabei trotzdem voll wirksam sind. Weiterhin steht dem die Erfahrung entgegen, daß in Kapillaren Wasser sehr leicht unterkühlt wird, so daß für das kapillarenreiche pflanzliche Gewebe ein größerer Anteil des Reaktionsmediums bei den üblichen Lagertemperaturen flüssig bleiben wird, als nach den bisherigen Messungen angenommen wird, wenn man nicht der Ansicht huldigt, daß das kolloidgebundene Wasser überhaupt nicht zu gefrieren ist. Nach den Erfahrungen bei getrockneten Lebensmitteln, z.B. Eipulver [16] oder bei Modellversuchen mit verfestigtem, bröckelndem Substrat [9], können Diffusionswiderstände nicht allzu stark ins Gewicht fallen. Weitere Untersuchungen müßten zeigen, ob nicht durch Adsorption der Hydrolysenprodukte, chemische Reaktionen mit anderen Bausteinen oder Überwiegen der synthetischen Katalyse eine falsche Vorstellung über die enzymatische Proteolyse im tiefgefrorenen Gewebe möglich ist.

[1]) Zum Beispiel Rückgang des Säuregrades bei gefrorenen Fettgeweben.

[2]) Allgemeine Erfahrungen beim Ranzigwerden von Fischen.

Neben diesen mehr physikalischen und physikalisch-chemischen Wirkungen des Ausfrierens von Wasser kann die dabei gleichzeitig erfolgende Konzentrierung der löslichen Bestandteile die katalytische Funktion der Enzyme beeinflussen. In welcher Weise und welchem Ausmaß dies geschieht, hängt von der Eigenart der betreffenden Gewebe, von ihrem p_H-Wert und von ihrem Gehalt an Säuren und an löslichen Kohlenhydraten ab. Wenn auch der Wassergehalt entscheidend für die Geschwindigkeit von Enzymreaktionen ist, so muß doch darauf hingewiesen werden, daß selbst in nahezu lufttrockenen Substraten, die im Gleichgewicht mit einer relativen Luftfeuchtigkeit von 75% standen, diastatische Reaktionen eindeutig nachweisbar waren [17]. Schwankungen der Enzymaktivität bei verschiedenen Gefriertemperaturen, wie wir sie bei der lipatischen Spaltung in Fettemulsionen nachweisen konnten [9], können also nur dadurch bedingt sein, daß sich das Substrat für die Reaktion sprunghaft ändert, was durch Ausfällen, Ausflocken oder Auskristallisieren von Bestandteilen, die den Enzymvorgang aktivieren oder hemmen, geschehen kann. Wenn wir dafür auch noch keine exakten Beweise haben — dies zu beweisen, wäre z.B. eine schöne Aufgabe der Histochemie —, so macht diese Annahme doch eine Reihe von Beobachtungen über die Kältetrübungen bei Bier und Obstsäften oder das Auskristallisieren von Tartraten in gefrorenen Weinbeeren verständlich.

Setzt man die gefrorenen Gewebe wieder Temperaturen über 0° C aus, so werden sich die Gefrierwirkungen auf die Enzymaktivität als reversibel erweisen, d.h. die Enzymaktivität kann vor und nach dem Gefrieren die gleiche sein, wenn sich nicht irreversible Zustandsänderungen eingestellt haben.

Ebenso wie Kolloide dem Phänomen der Kryolyse unterliegen [18], so werden auch die kolloiden Enzyme durch den Frost in ihrem Zustand geändert. Nach der NORDschen Entdeckung der Aktivitätssteigerung der Zymase durch Gefrieren [19] sind Dispersitätsänderungen wiederholt nachgewiesen worden, so an Peroxydase [20], [21], Tryosinase [20], Katalase [9], Lipase [9] und Proteinasen [22]. Die erhöhte oder verminderte Aktivität dieser Enzyme ist allerdings stets im aufgetauten Zustand der Versuchsansätze nachgewiesen worden. In Modellversuchen konnten wir jedoch auch eine Desaggregation der Katalase und Lipase im gefrorenen Zustand feststellen, so daß sich die merkwürdige Tatsache ergibt, daß bei tieferen Temperaturen größere Umsätze als bei höheren eintreten [9]. Wenn es selbst in Lösungen mit reinen Kolloiden nicht immer sicher ist, ob eine Desaggregation oder Aggregation eintritt [18], um wie viel unsicherer wird diese Erscheinung für die Gewebeenzyme vorauszusagen sein. Nach den bisherigen Erfahrungen scheint dies dem Zufall der jeweiligen Gefrierbedingungen zu unterliegen; sicher scheint, daß die Veränderung des Enzymzustandes sprunghaft erfolgt, wie Versuche über die Katalaseaktivität von Erbsensamen ergaben [12]. Wir glauben, in diesen sprunghaften Änderungen der Enzymaktivität, die sich vor allem im Temperaturbereich um −4° C und bei ganz bestimmten mittleren Gefriergeschwindigkeiten einstellen, einen Beweis für den Einfluß des Gefrierens an sich zu haben.

Irreversible *Zustandsänderungen* der Enzyme können noch dadurch hervorgerufen werden, daß ihr Quellungszustand geändert wird. Da aber die Aktivität der Enzyme in hohem Maße von ihrem Quellungszustand abhängig ist, können die Substratveränderungen, insbesondere die Konzentrierung der löslichen Bestandteile, dies einleiten. Der Gefriereinfluß muß dann also um so geringer sein, je weniger gequollen die Enzymmolekel vorliegt. An in verschiedenem Ausmaße getrockneten Erbsensamen war tatsächlich der Gefriereinfluß um so geringer, je niedriger der Wassergehalt der Gewebe war [12]. Diese Erscheinung ist durchaus der bei der Hitzeinaktivierung der Fermente beobachteten vergleichbar, nach der der Grad der Inaktivierung eine Funktion des Wassergehaltes ist [21], [23]. Auch lösliche Kohlenhydrate oder Salze müßten in höheren Konzentrationen ebenfalls auf den Quellungszustand der Enzyme einwirken, was uns jedoch wegen experimenteller Schwierigkeiten nachzuweisen nicht gelang [12], jedoch auf Grund der günstigen Erfahrungen mit dem Zuckern von Früchten oder Salzen von Gemüsen wahrscheinlich wird. Auch

die Erfahrungen an trockenen Organismenformen wie Samen, Cysten oder anderen Dauerformen [24] und an Mikroorganismen [25] beweisen, daß diese und damit auch ihre Enzyme den Frost um so besser überstehen, je wasserärmer und je weniger gequollen sie sind. In diesem Zusammenhang dürfte es auch interessant sein, zu verfolgen, wie sich die Beeinflußbarkeit der Enzyme pflanzlicher Gewebe durch Vorlagerung bei Kühltemperaturen (0 bis 4° C) verhält, da wir auch bei der Hitzeinaktivierung der Peroxydase von Erbsen eine Abhängigkeit von der Vorlagerungszeit feststellten [21].

Mit diesen durch das Reaktionsmilieu und den Zustand bedingten Veränderungen der katalytischen Aktivität der Enzyme gehen solche an anderen hochpolymeren Bestandteilen der Gewebe einher. Es ergibt sich daraus die Frage: wie weit können die durch die Enzymaktivität festgestellten Gefriereinflüsse die bei anderen Bestandteilen der Gewebe möglichen Gefriereinflüsse widerspiegeln? Schon aus der bisherigen Darstellung ging eine Reihe von Parallelen hervor. Auch daß wiederholtes Gefrieren Gewebe und seine Enzyme besonders intensiv schädigt [9], oder daß die Gefriertemperatur um −4°C sowohl bei Eiweißstoffen als auch bei Enzymen besonders nachhaltig wirkt [9], [12], läßt Gemeinsames zwischen dem Einfluß des Gefrierens auf die Enzyme und auf andere hochpolymere Bestandteile vermuten. Das Enzym könnte also ein wertvoller Indikator des Gefriereinflusses auf die pflanzlichen und tierischen Gewebe sein. Gegenüber anderen Nachweismethoden hätte das Enzym den Vorteil der leichten Nachweisbarkeit, der leichten Beeinflußbarkeit, der großen Empfindlichkeit und schließlich der großen Zahl der Testobjekte, da ja jedes Gewebe eine Vielzahl von Enzymen enthält. Als Nachteil ist ihre große Labilität anzusehen, so daß nur bei einwandfreier Methodik reproduzierbare Ergebnisse erzielbar sind. Im besonderen müssen die Forderungen, die die wissenschaftliche Enzymchemie stellt, in stärkerem Maße als bisher beachtet werden. Eine nicht unbedeutende Anzahl von fehlerhaften Ergebnissen ist dadurch entstanden, daß als Maß der Aktivität eines Enzyms die nach einer bestimmten Zeit gespaltene Substratmenge angegeben wird, ohne daß vorher festgestellt wird, ob $k = x/T$ gilt [26]. Als Testenzym kann an sich jedes Enzym der Gewebe gewählt werden, doch sollte stärker aktiven, leicht bestimmbaren und in verschiedenen Bindungsformen vorliegenden der Vorzug vor anderen gegeben werden, ähnlich wie beim Studium der Hitzeinaktivierung von Enzymen in Geweben [27].

Die Bedeutung, die die Verwendung von Enzymen als Indikatoren zum Studium der Gefrierveränderungen von Geweben besitzt, wird vielleicht noch dadurch abgeschwächt, daß die gleichzeitig ablaufenden Gefrierveränderungen der Gewebebestandteile Reaktionen zwischen Enzym und eben diesen Bestandteilen bedingen können, wodurch im ungünstigen Falle der Gefriereinfluß übermäßig überhöht wird. So konnten wir z. B. nach dem Schnellgefrieren der Gewebe von Kohlrabiknollen eine Peroxydaseaktivität von 8400 gegenüber 1000 Einheiten vor dem Gefrieren nachweisen, während im langsamgefrorenen Gewebe nur 2600 Einheiten vorhanden waren. Der Einfluß des Schnellgefrierens scheint also hier viel tiefer greifend zu sein als der des Langsamgefrierens, obwohl nach den bisherigen Versuchen die Enzyme bei höheren Gefriergeschwindigkeiten besser geschont wurden als bei niederen. Trotz der Schwierigkeiten in der Methode und in der Deutung der Ergebnisse glauben wir doch, auf diese Möglichkeit, die Enzyme als Indikatoren für das Studium der Gefriereinflüsse auf Gewebe zu verwenden, hinweisen zu müssen, weil sie uns einen tiefen Einblick in die Gefrierveränderungen gestattet.

Literatur.

[1] Hepburn, J. S.: Biochem. Bull. 4, 136 (1915). — [2] Joslyn, M. A.: Adv. Enzymol. 9, 613 (1949). — [3] Kaiser, M.: Biol. generalis 16, 513 (1942). — [4] Joslyn, M. A.: Food Ind. 2, 350 (1930). — [5] Kertesz, Z. I.: J. Amer. Chem. Soc. 64, 2577 (1942). — [6] Balls, A. K., and J. W. Tucker: Ind. Engng. Chem. 30, 415 (1938). — [7] Kiermeier, F., u. G. Kaess: Z. Lebensmittel-Unters. u. Forsch. 89, 505 (1949). — [8] Balls, A. K., and H. Lineweaver: Food Res. 3, 57 (1938). — [9] Kiermeier, F.: Biochem. Z. 318, 275 (1947). — [10] Barker, J.: Dept. Sci. Ind. Res., Brit. Food Invest. Ann. Repts. 1934, 133. — [11] Mergentime, M., and E. Wiegand: Fruit Prod. J. Amer. Food Manufactures 26, 72, 89, 91 (1946). — [12] Kiermeier, F.: Biochem. Z. 319, 463 (1949). — [13] Heiss, R.: Biochem. Z. 267, 438 (1933). — [14] Balls, A. K.: Proc. Brit. Assoc. Refrig. 1938, 10. — [15] Willstätter, R., u. M. Rohdewald: Hoppe-Seylers Z. 209, 33 (1932). — [16] Lightbody, H., and H. L. Fevold: Adv. Food Res. 1, 149 (1948). — [17] Kiermeier, F., u. E. Coduro: Bisher unveröffentlichte Ergebnisse. — [18] Leichter, H.: Kolloid-Z. 117, 111 (1950). — [19] Nord, F. F.: Ergebn. Enzymforsch. 1, 77 (1932). — [20] Gard, M.: C. R. hebd. Séances Arad. Sci. 194, 1184 (1932). — [21] Kiermeier, F., u. F. Herrlinger: Biochem. Z. 322, 106 (1951). — [22] Abderhalden, E.: Ergebn. Enzymforsch. 6, 189 (1937). — [23] Kiermeier, F.: Angew. Chem. 60, 175 (1948). — [24] Bredemann, G. K., P. Gartner, P. Harteck u. A. Suhr: Naturwiss. 34, 279 (1947). — [25] Rippel-Baldes, A.: Grundriß der Mikrobiologie, S. 133. Berlin 1947. — [26] Bodansky, O.: J. of Biol. Chem. 120, 555 (1937). — [27] Kiermeier, F.: Dtsch. Lebensmittel-Rdsch. 43, 75 (1947).

Deutsche Forschungsanstalt für Lebensmittelchemie in München.

Eingegangen am 23. April 1952.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die Kurzen Originalmitteilungen sind ausschließlich die Verfasser verantwortlich.

Selbstregistrierung von Raman-Spektren.

Zu der soeben erschienenen Mitteilung von Luther, Bergmann und Mühlfeld[1]) gestatten wir uns auf Grund eigener Untersuchungen[2]) folgendes zu bemerken:

1. Die Stabilisierung der S 700-Hg-Lampe mit Eisen-Wasserstoffwiderständen hat auf die kurzzeitigen Schwankungen praktisch keinen Einfluß. Für die Konstanthaltung der 4358-Emission (Hg-e) ist, um quantitative Intensitätskurven zu erhalten, neben einer Stabilisierung der Netzspannung mit magnetischen Spannungskonstanthaltern auch die innere Stabilisierung des Hg-Bogens erforderlich. Die dazu notwendigen Bedingungen, nämlich: Erhöhung der Netzspannung, Angleichung der Charakteristik der Spannungsquelle an die Charakteristik der Entladung und eine kurze stromlose Pause können durch eine Gegenschaltung zweier magnetischer Spannungskonstanthalter erfüllt werden. So erst werden die Strahlungsschwankungen von der gleichen Größe wie die Schwankungen des Dunkelstroms des Elektronenvervielfachers.

2. Die Dynodenspannungen am Elektronenvervielfacher mußten auf 10^{-4} (und nicht auf nur $2 \cdot 10^{-3}$) der Gesamtspannung konstant gehalten werden, um seine Empfindlichkeit voll auszunutzen.

3. Unsere Photometerkurve von Tetrachlorkohlenstoff — mit dem gleichen Spektrographen und gleicher Photometerspaltbreite wie bei Luther, Bergmann und Mühlfeld aufgenommen — zeigen zwischen den Linien 217, 314 und 459 (erregt mit Hg-e) ein flaches Kontinuum, aus welchem die mit Hg-f-erregten Linien 217, 314 und 459 klar mit $^1/_{12}$ der Intensität der e-erregten Linien herausragen.

4. Die Linien 762 und 791 sind nach unseren Messungen infolge der schlechten Ebnung des lichtstarken Kameraobjektivs viel weniger getrennt als in der von Luther, Bergmann und Mühlfeld veröffentlichten Kurve.

Bezüglich weiterer Einzelheiten wird auf die im Druck befindliche Originalarbeit verwiesen.

München, Physikalisches Institut der Universität.

J. Brandmüller und H. Moser.

Eingegangen am 23. Juni 1952.

[1]) Luther, H., G. Bergmann u. A. Mühlfeld: Naturwiss. 39, 255 (1952).

[2]) Bayr. Akad. der Wiss. vorgelegt von W. Gerlach am 7. März 1952; erscheint in Berichten der Bayr. Akad. der Wiss.

Das Verhalten der Oberfläche von sich in Flüssigkeiten bewegenden Gasblasen.

Zum unmittelbaren Nachweis der Teilnahme der Blasenoberfläche am Bewegungsvorgang[1]) wurde die Steiggeschwindigkeit von Sauerstoffblasen in reinem Wasser mit der in

wäßrigen Lösungen kapillaraktiver Stoffe verglichen. (Änderung der Oberflächenspannung des Wassers ohne merkbare Beeinflussung der sonstigen hydrodynamischen Bedingungen: Zähigkeit und Dichte.)

Die durch das ausgeprägte Maximum gekennzeichnete Kurve des Diagramms gibt für reines Wasser die bekannte[2]) Abhängigkeit der Steiggeschwindigkeit (Höhenunterschied, den die Blase in der Zeiteinheit durchmißt; ab etwa 1,7 mm Blasendurchmesser ist die Lineargeschwindigkeit größer; die Blase führt dann von ihrer Größe abhängige Spiralbewegungen aus) von der Blasengröße (Durchmesser der der Blase volumengleichen Kugel; Abweichungen von der Kugelform nehmen mit steigendem Durchmesser zu) wieder.

Dieses Maximum verschwindet z. B. für eine $4{,}5 \cdot 10^{-4}$ molare Capronsäurelösung völlig. Die nächst höheren Fettsäuren bewirken dasselbe bei noch viel kleineren Konzentrationen — Caprinsäure z. B. in hundertmal schwächerer Lösung. Erhöhung der Konzentration — z. B. für Capronsäure auf das Fünfzigfache — hat verhältnismäßig geringen Einfluß.

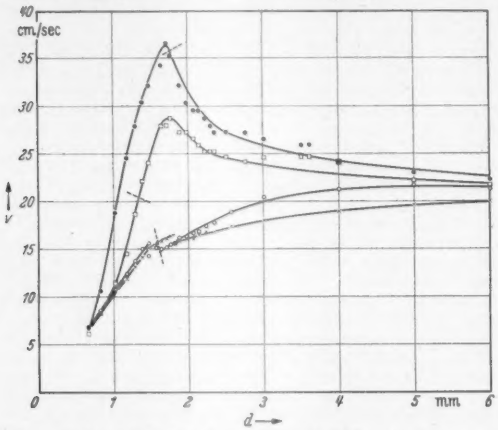


Fig. 1. Steiggeschwindigkeit von Sauerstoffblasen in Wasser und Capronsäurelösungen bei 18° C. ● reines Wasser, □ $1{,}5 \cdot 10^{-4}$ mol Capronsäure, ○ $4{,}5 \cdot 10^{-4}$ mol Capronsäure, × $2 \cdot 10^{-2}$ mol Capronsäure, — — — Beginn der Spiralbewegung.

Geringere Konzentrationen ergeben Zwischenwerte. Die schon erwähnte Spiralbewegung beginnt in reinem Wasser am Maximum, bei kapillaraktiven Lösungen bereits für kleinere Durchmesser. In konzentrierten Lösungen wird die Bewegungsform an dieser Stelle labil. Gleich große Blasen steigen dann in derselben Lösung entweder fast geradlinig oder in Spiralen sehr kleiner Ganghöhe. — Die das Maximum bereits wegnehmende Capronsäuremenge erniedrigt die Oberflächenspannung des Wassers um etwa 1 dyn/cm. Dagegen verändert Ameisensäure, selbst bis zu Konzentrationen mit zwanzigfacher Wirkung auf die Oberflächenspannung, den reinem Wasser entsprechenden Kurvenverlauf kaum.

Dieses Ergebnis kann folgendermaßen gedeutet werden: Für ganz kleine Blasen ($d < 0{,}1$ mm) ist die Gültigkeit des Stokesschen Gesetzes nachgewiesen[3]). Sie verhalten sich wie feste Körper mit adhärierender Grenzschicht. Mit steigendem Durchmesser (steigender Geschwindigkeit) überwiegen die Scherungskräfte (Reibungskräfte) in der Oberfläche die sich in der Oberflächenspannung ausdrückenden Oberflächenkräfte, so daß Oberflächenneubildung erfolgt. Durch die damit verbundene Impulsübertragung auf das Gas beginnt dieses in der Blase zu zirkulieren. — Die Blase stellt — solange sie geradlinig aufsteigt (vom Stokesschen Bereich abgesehen) — wahrscheinlich in Annäherung einen Kugelwirbel im Sinne von Hill[4]) dar. Die schließlich einsetzende Spiralbewegung kann mit beginnender Wirbelablösung im Sinne einer Kármánschen Wirbelstraße zusammenhängen. — Ist die Einstellzeit der Oberflächenspannung sehr klein, so wird zur Oberflächenneubildung im oberen Teil der Blase dieselbe Energie verbraucht, die im unteren durch Verschwinden der Oberfläche wiedergewonnen wird; mit anderen Worten: oben hemmen dieselben Kräfte, die unten nachschieben. Die Blasenbewegung muß somit weitgehend unabhängig sein vom Absolutwert der Oberflächenspannung der Flüssigkeit. Das zeigen die Versuche mit Ameisensäurelösungen. — Rückt die Einstellzeit jedoch in den Bereich der Bildungszeit der Blasenoberfläche, dann tritt ein zusätzlicher Oberflächenwiderstand auf, hervorgerufen dadurch, daß zur Neubildung der Oberfläche mehr Energie aufzuwenden ist, als bei deren Verschwinden wiedergewonnen wird: Versuche mit höheren Fettsäuren. Der schnell klein werdende Konzentrationseinfluß muß bedeuten, daß bei größeren Konzentrationen der wesentliche Teil der Oberflächenspannungsänderung so rasch vor sich geht, daß ein für verschiedene Konzentrationen nur wenig unterschiedlicher Restbetrag bei der Beeinflussung der Bewegung eine Rolle spielt. — Die Neubildung der Oberfläche erfolgt offensichtlich sehr schnell, da schon verhältnismäßig kleine Änderungen der statischen Oberflächenspannung ausreichen, die Blasenbewegung erheblich zu hemmen. Das zeigt unmittelbar der Versuch, bei dem Blasen zunächst in reinem Wasser steigen und dann in überschichtete kapillaraktive Lösung eintreten. Sie werden an der Schichtgrenze ruckartig gebremst. — Bei großen Blasen überwiegen die Trägheitskräfte alle anderen Einflüsse so sehr, daß die Unterschiede zwischen reinem Wasser und kapillaraktiven Lösungen schließlich verschwinden.

Daß tatsächlich schon relativ kleine Änderungen der Oberflächenspannung genügen, um eine wesentliche Wirkung auf die Blasenbewegung auszuüben, zeigt eine Abschätzung. Die Oberflächenneubildung erfolgt nahezu im Maße des Fortschreitens der Blase. Dann ist das Verhältnis ε der zur Überwindung des Oberflächenwiderstandes notwendigen Energie zur gesamten Auftriebsenergie gegeben durch

$$\varepsilon = \frac{\frac{\pi d^2}{2} \Delta\sigma \frac{2h}{d}}{\frac{\pi d^3}{6} g \varrho h} = \frac{6 \Delta\sigma}{g \varrho d^2},$$

$\Delta\sigma$ Unterschied der mittleren Oberflächenspannungen im oberen und unteren Teil der Blase, g Erdbeschleunigung, ϱ Flüssigkeitsdichte, d Blasendurchmesser, h Steighöhe. — Maßgebliche Oberflächenneubildung ist (gemäß Definition von ε) erst für $\varepsilon \ll 1$ möglich. Sehr kleines ε bedeutet, daß die Oberflächenneubildung keinen wesentlichen Einfluß mehr auf die Blasenbewegung hat. — Die nachstehende Tabelle ist für $\Delta\sigma = 1$ dyn/cm berechnet worden. Ein Vergleich mit dem Diagramm zeigt, daß diese Annahme den tatsächlichen Verhältnissen (im Rahmen einer Abschätzung) durchaus gerecht

Tabelle 1.

d in mm	ε
0,2	15,3
0,78	1
1,0	0,61
2,0	0,15
3,0	0,07
4,0	0,04

wird, denn die Hauptwirkung des kapillaraktiven Stoffes ist gerade für Durchmesser von 1 bis 2 mm vorhanden.

Die Untersuchung wird fortgesetzt und soll auch auf die Tropfenbewegung in Flüssigkeiten ausgedehnt werden.

Physikalisch-Chemisches Institut der Universität München.

Bernward Stuke.

Eingegangen am 26. April 1952.

[1]) Mit dem Verhalten der Blasenoberfläche befassen sich auch die Arbeiten von W. N. Bond und D. A. Newton [Phil. Mag. J. Sci. (7) 5, 794 (1928)] und T. Bryn [Forschung 4, 27 (1933)].

[2]) Höfer, K.: VDI-Z. 57, 1147 (1913).

[3]) Allen, H. S.: Phil. Mag. J. Sci. (5) 50, 323 (1900).

[4]) Hill: Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. A 1894, 185.

Einfache Apparatur zur Fluoreszenzmessung auf Filterpapierstreifen.

Wird ein fluoreszierender Stoff mit ultraviolettem Licht bestrahlt, so entsendet er Strahlen sichtbarer Wellenlänge. Diese Transmutation von Strahlung wird in der zu beschreibenden Apparatur zunutze gemacht, um durch einfache photometrische Messung die Menge eines fluoreszierenden Stoffes nach seiner ionophoretischen Trennung auf Filterpapier zu bestimmen.

Beschreibung der Apparatur.

Die Apparatur besitzt als Lichtquelle eine Quecksilberdampflampe, die in genügend großer Intensität kurzwelliges Licht liefert. Durch ein Filter wird dieses von längerwelligem Licht befreit und fällt dann durch einen schmalen Schlitz

auf den zu untersuchenden Filterpapierstreifen, der, auf einer dünnen Glasplatte liegend, mittels einer Schubvorrichtung millimeterweise an dem Lichtspalt vorbeigeführt werden kann. Das aus dem Filterpapierstreifen austretende Lichtbündel wird durch ein weiteres für Ultraviolettlicht undurchlässiges Filter geleitet. Aus diesem Filter tritt nur das durch die Fluoreszenz erzeugte Licht aus und wird von einem Photoelement aufgenommen, dessen Strom mit Hilfe eines Mikroamperemeters (Empfindlichkeit 5 bis 10 μA) registriert wird.

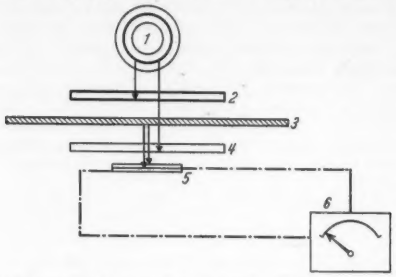


Fig. 1. Schema der Apparatur für quantitative Bestimmung von fluoreszierenden Stoffen auf Filterpapier. *1* Lichtquelle; *2* nur für Ultraviolettlicht durchlässiges Filter; *3* zu untersuchender Filterpapierstreifen; *4* Absorptionsfilter für Ultraviolettlicht; *5* Photoelement; *6* Meßinstrument.

Die bei ionophoretischen Versuchen auftragbaren Stoffmengen sind meist so groß, daß der durch die Fluoreszenzstrahlung erzeugte Photozellenstrom mit einem Zeigerinstrument mit genügender Genauigkeit registriert werden kann. Man wählt zweckmäßigerweise eine logarithmische Ableseskala, um geradlinige Eichkurven zu erhalten. (Durch Ausschaltung der Filter dient die Apparatur auch zu Extinktions- oder Absorptionsmessungen im Normallicht.)

Diese Versuchsanordnung diente uns zur Analyse von ionophoretisch getrennten Stoffgemischen, die fluoreszierende Bestandteile enthalten. Eine Arbeit über die quantitative Bestimmung von Vitamin B_1 neben anderen fluoreszierenden Stoffen, bei der sich obige Apparatur sehr gut bewährt hat, wird in Bälde veröffentlicht.

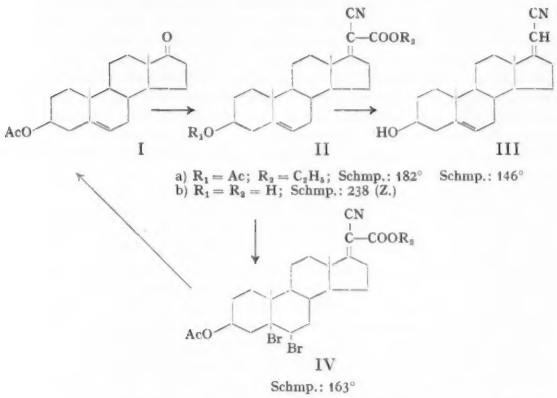
München, Agnesstraße 58 und Bergstraße 15.

K. Semm und R. Fried.

Eingegangen am 17. Mai 1952.

Steroide mit verzweigter Seitenkette am Kohlenstoffatom 17.

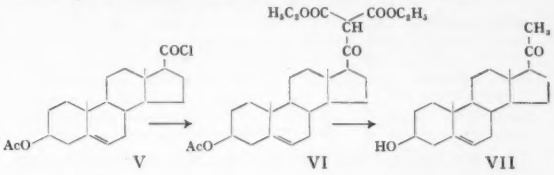
Wir untersuchen seit einiger Zeit die Darstellung von Steroiden, die am Kohlenstoffatom 17 eine andere als die natürliche Seitenkette haben. Die Substanzen sollen einmal physiologisch getestet werden, zum anderen dienen sie als Ausgangsmaterial für synthetische Arbeiten.



Aus Dehydro-iso-androsteron-acetat (I) und Cyanessigsäureäthylester in Eisessig/Benzol in Gegenwart von frischbereitetem Ammoniumacetat[1]) entsteht in etwa 90% Ausbeute das Kondensationsprodukt IIa. Nach schonender Verseifung entsteht aus IIa die freie Säure IIb, die im Schmelzfluß bei 200° in etwa 80% Ausbeute decarboxyliert zum ungesättigten Nitril III.

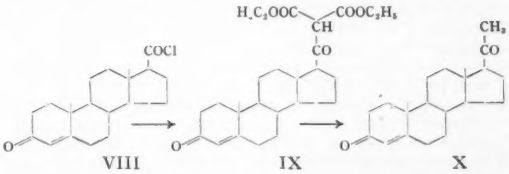
Die Konstitution des Kondensationsproduktes IIa folgt aus der Aufarbeitung II → IV → I. Bei der Bromierung von IIa mit 1 Mol Brom in Eisessig bei 15 bis 20° wird mit 70% Ausbeute ein definiertes Dibromid vom Schmp. 163° erhalten. Wird dieses Dibromid in Aceton mit Permanganat oxydiert, so entsteht nach anschließender Entbromung mit Natriumjodid in 65% Ausbeute Dehydro-iso-androsteron-acetat (I). Daraus folgt, daß dem Kondensationsprodukt die Konstitution IIa zukommt und weiter, daß bei Bromierung mit 1 Mol Brom die Substanz IV entsteht und keine oder nur unwesentliche Addition an die 17,20-Doppelbindung erfolgt. — Über die Hydroxylierung von IV zur 17-Oxy-20-Keto-Verbindung und die weitere Aufarbeitung zur $\Delta^{4,5}$-3-Keto-Verbindung wird gesondert berichtet.

In einer anderen Arbeitsrichtung interessierten Steroide mit einer Seitenkette, die Keto-Enol-Tautomerie zeigt.



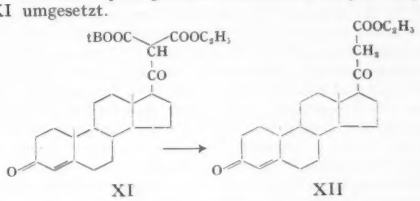
Durch Umsatz von 3β-Acetoxy-aetiocholensäure-chlorid (V) mit Äthoxy-magnesium-malonsäure-diäthylester[2]),[3]) in Benzol entsteht in praktisch quantitativer Ausbeute der 3β-Acetoxy-aetiocholenyl-malonester (VI). Bei der starken Enolisierungstendenz der Acylmalonsäuren war kaum damit zu rechnen, VI kristallin zu erhalten. Wir haben bislang durch wiederholte Chromatographie lediglich ein Produkt von wachsartiger Konsistenz ohne definierten Schmelzpunkt erhalten. Daß VI die angegebene Konstitution besitzt, folgt aus dem Ergebnis der Ketonspaltung mit verdünntem alkoholischem Alkali, wobei, bezogen auf V 75 bis 80% Pregnenolon (VII) vom Schmp. 186 bis 189 (uk) erhalten werden. Es ist interessant, daß der 3β-Acetoxy-aetio-cholenyl-malonester bei der Behandlung mit Alkali ein entgegengesetztes Verhalten zeigt wie die sonstigen Acylmalonester. Allgemein gehen die Acylmalonester mit Alkali bekanntlich eine Säurespaltung ein, und erst nach der Methode der sauer katalysierten Umesterung nach Bowman[3]) war es möglich, aus Acylmalonestern Ketone präparativ darzustellen. Im Gegensatz dazu erhielten wir bei der alkalischen Verseifung von VI in unerwartet guter Ausbeute die Ketonspaltung, d.h. Pregnenolon, während die Methode von Bowman hier keine definierten Produkte ergab.

Da für den physiologischen Test die $\Delta^{4,5}$-ungesättigte-3-Keto-Verbindung erwünscht war, wurde auch diese dargestellt.



Die entsprechend ungesättigte 3-Ketosäure kann mit Oxalylchlorid, ohne daß Anlagerung an die Doppelbindung erfolgt, in das Säurechlorid VIII übergeführt werden, das dann wie oben zu IX umgesetzt wird. Der Konstitutionsbeweis für die Verbindung IX folgt aus der Verseifung zu Progesteron (X), das hier aber überraschenderweise nur in schlechter Ausbeute erhalten werden konnte.

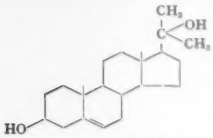
Schließlich wurde das Chlorid der 3-Keto-aetio-cholensäure mit Äthoxy-magnesium-malonsäure-äthyl-t-butylester zu XI umgesetzt.



Substanz XI spaltet beim Kochen in Benzol mit 1% p-Toluol-sulfosäure glatt Isobutylen und Kohlendioxyd[4]) ab

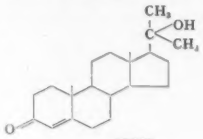
und liefert in etwa 60% Ausbeute die Verbindung XII mit der Seitenkette eines β-Ketosäureesters

Aus einer anderen Arbeitsrichtung seien nur kurz die Ergebnisse des physiologischen Testes mitgeteilt.



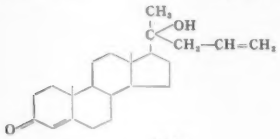
XIII

Schmp.: 192 bis 194°



XIV

Schmp.: 214 bis 216°



XV

Schmp.: 169 bis 171°

Die Substanzen XIII, XIV und XV wurden durch Umsatz von Pregnenolon-Acetat mit der entsprechenden GRIGNARD-Verbindung und anschließender OPPENAUER-Oxydation dargestellt. Sie zeigten im Test, allerdings in Dosen, die in keinem Verhältnis zu den echten Oestrogenen stehen, einheitlich oestrogene Wirkung. Für XIII beträgt die Ratteneinheit bei einmaliger Injektion 5 bis 10 mg, für XV 20 bis 30 mg, bei XIV trat mit 50 mg Prooestrus ein. Eine gestagene und androgene Wirkung wurde auch bei höherer Dosierung nicht gesehen.

Aus der Hormon-Abteilung der Firma C.F. Boehringer & Soehne, Mannheim-Waldhof.

G. STOECK, H. VOIGT und H. STEIN.

Eingegangen am 18. Juni 1952[5]).

[1]) COPE, A. C.: J. Amer. Chem. Soc. **59**, 2327 (1937).
[2]) LUND, H.: Ber. dtsch. chem. Ges. **67**, 935 (1934).
[3]) BOWMAN, R. E.: J. Chem. Soc. [London] **1950**, 322.
[4]) BRESLOW, D. S., E. BAUMGARTEN u. CH. R. HAUSER: J. Amer. Chem. Soc. **66**, 1286 (1944).
[5]) Nach Mitteilung der Redaktion der „Angewandten Chemie" ist das Manuskript dort bereits am 7. Mai 1952 vorgelegt worden.

Hemmung von Proteinasen durch Kallikrein-Inaktivatoren.

Lymph- und Ohrspeicheldrüsen von Rindern[1]) sowie Kartoffelknollen[2]) enthalten ein Polypeptid bzw. Eiweiß, das sich mit Kallikrein zusammenlagern kann, wodurch die Kreislaufwirkung des Kallikreins[1]) und seine Fähigkeit zur Abspaltung eines Blutdruck-senkenden, Darm- und Uterus-erregenden Polypeptids, des Kallidins[3]),[4]), aus einem Serum-Eiweißkörper reversibel aufgehoben wird[4]),[5]).

Die Inaktivatoren aus Lymph-, Ohrspeicheldrüsen und Kartoffeln können sich nun auch mit Trypsin und Chymotrypsin verbinden, wodurch die proteolytische Aktivität dieser Fermente stark gehemmt wird. So wurde die proteolytische Aktivität von 100 γ kristallisiertem Trypsin*), gemessen nach L. ANSON[6]) mit Casein als Substrat, durch Zugabe von 75 Inaktivator-Einheiten aus Rinderlymphdrüsen (1 I. E. = 2 γ organische Substanz) zu 100% gehemmt, die Aktivität von 100 γ kristallisiertem Chymotrypsin*) durch 200 I.E. zu 89%. Der Zusatz von 50 Einheiten Inaktivator aus Rinder-Ohrspeicheldrüsen, entsprechend 5 mg organischer Substanz, zu 100 γ Trypsin bzw. Chymotrypsin hemmte zu 94% bzw. 64%.

Trypsin spaltet aus dem gleichen Serumeiweiß[5]), aus welchem Kallikrein das Kallidin entwickelt, das sog. Bradykinin[7]),[8]) ab, welches mit Kallidin identisch oder doch sehr nahe verwandt ist[5]),[9]),[10]). Die Fähigkeit zur Bradykininentwicklung ist nach der Bindung des Trypsins an die Kallikrein-Inaktivatoren aufgehoben. Hemmkörper des Trypsins, nämlich Sojabohnen-Inhibitor[8]) und Eiklarhemmkörper unterbinden die Entwicklung von Bradykinin durch Trypsin, sie vermögen aber die Kreislaufwirkung der Kallikreine aus Harn, Pankreas oder Submaxillaris nicht aufzuheben und die Kallidinentwicklung durch Kallikrein nicht zu hemmen. Extrakte aus oder Cölomsaft von Ascaris lumbricoides suum heben die proteolytische Aktivität des Trypsins auf und hemmen die Bradykinin- und Kallidinbildung durch Trypsin bzw. Kallikrein. Aus diesen Beobachtungen folgt, daß die für die Aktivität der Trypsin- und Kallikreinmolekel entscheidenden Gruppen zwar einander sehr ähnlich, daß sie jedoch nicht identisch sind.

Es ist beabsichtigt, weitere Proteinasen, auch aus Pflanzen und Bakterien in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Bisher stellten wir fest, daß eine hochgereinigte Proteinase aus Schimmelpilzen ähnlich wie Kallikrein, Trypsin und Schlangengift[5]),[7]) zur Freisetzung einer Substanz aus Blutserum, die sich wie Kallidin oder Bradykinin verhält, befähigt ist. Die proteolytische Aktivität des Fermentes wird durch die Kallikrein-Inaktivatoren nur wenig oder gar nicht beeinträchtigt.

Aus dem Laboratorium des Chirurgisch-Klinischen Instituts der Universität München.

E. WERLE, L. MAIER und E. RINGELMANN.

Eingegangen am 27. Juni 1952.

*) Firma Worthington, Biochem. Laborat., Freehold, New Jersey.

[1]) KRAUT, H., E. K. FREY u. E. WERLE: Z. physiol. Chem. **192**, 1 (1930).
[2]) WERLE, E., L. MAIER u. F. LÖFFLER: Biochem. Z. **321**, 372 (1951). — WERLE, E., u. L. MAIER: Biochem. Z. (im Druck).
[3]) WERLE, E., W. GÖTZE u. A. KEPPLER: Biochem. Z. **289**, 217 (1937).
[4]) WERLE, E., u. U. BEREK: Biochem. Z. **320**, 136 (1950).
[5]) WERLE, E., R. KEHL u. K. KOEBKE: Biochem. Z. **320**, 372 (1950).
[6]) ANSON, M. L.: J. Gen. Physiol. **22**, 79 (1938).
[7]) ROCHA E SILVA, M., W. T. BERALDO u. G. ROSENFELD: Amer. J. Physiol. **109**, 448 (1949).
[8]) ROCHA E SILVA, M.: Arch. int. Pharmacodynam. **88**, 271 (1951).
[9]) WERLE, E., R. KEHL u. K. KOEBKE: Biochem. Z. **321**, 213 (1950).
[10]) WERLE, E., R. EHRLICHER u. K. KOEBKE: Biochem. Z. **322**, 27 (1951).

Papierchromatographische Studien zur Blütenfarbenzüchtung.

Die Hauptaufgaben der Farbenzüchtung sind die Durchzüchtung von Rassen in einheitlichen Farbtönen sowie die Erweiterung der Sortimente durch Schaffung neuer Farbtöne und Farbkombinationen. Die wichtigsten Zusammenhänge zwischen Biochemie und Genetik der Anthozyane und Flavone sind in einer Arbeit von SCOTT-MONCRIEFF[3]) zusammengefaßt. Darnach sind für die praktische Züchtung vor allem folgende Gedankengänge bedeutsam: Das Farbenspiel einer Sortimentspflanze zwischen blau und rot wird reicher, wenn mehrere Anthozyane und vor allem, wenn verschiedene Aglukone vorkommen. Einfache Biosynthese-Schritte wie der Schritt vom Monoglukosid zum Diglukosid oder die Einfügung einer weiteren OH-Gruppe in das Aglukon sind zumeist monofaktoriell bedingt. Pelargonidin als einfachstes Aglukon tritt meistens als rezessive Mutante auf und kann am ehesten erwartet werden, wenn die Herstellung eines fertilen Bastards zwischen Arten gelingt, denen verschiedene Aglukone zukommen. Flavone und flavonbestimmende Gene sind von Interesse, auch wenn keine gelben Farben entstehen, weil neben der Zurückdrängung der Anthozyanbildung gedeckte Farben entstehen, die häufig unerwünscht sind. Sind die einzelnen Biosyntheseschritte bekannt, können Vermutungen über die Mindestanzahl der Farbstoffgene angestellt werden, die Voraussagen über die Anzahl der möglichen Farbtöne gestatten. Mittels der Papierchromatographie konnte hier eine Reihe wichtiger Aufschlüsse erhalten werden, zumal die R_f-Werte einer Anzahl der wichtigsten Anthozyan- und Flavonkörper durch eine Arbeit von BATE-SMITH[1]) bereits ermittelt wurden. Die Methodik ist überdies so einfach, daß sie zur Lösung praktischer Züchtungsaufgaben empfohlen werden kann.

Die Blütenextrakte wurden in Butanol-2n-HCl aufsteigend auf der Papiersorte 2043b von Schleicher und Schüll im thermokonstanten Raum bei 20° C chromatographiert. Da sehr viele der untersuchten Anthozyane, und zwar auch die Verbindungen verschiedener Aglukone, sehr niedrige und nahe beieinander liegende R_f-Werte haben, wurde stets durch Hydrolyse das Aglukon bereitet. (Erhitzen des Extraktes zum Sieden, Vermischung mit gleichen Teilen konzentrierter HCl, schnelles Abkühlen nach 3 min. Einhalten der Siedetemperatur.) Die Aglukone konnten stets einwandfrei identifiziert werden, so daß auf jedem Bogen ein Aglukon, zumeist Pelargonidin ($R_f = 0{,}80$), als Kontrolle verwendet wurde. Häufig wurden die R_f-Werte kleiner gefunden als angegeben, doch war durch Vergleich mit verschiedenen Pflanzen stets eine Identifizierung möglich. Flavone konnten, wenn auch zunächst nicht identifiziert, so doch stets an ihrer charakteristischen Fluoreszenzfarbe unter der Quarzlampe wiedererkannt werden,

so daß ihre Bedeutung bei bestimmten Gartensorten sichergestellt werden konnte. Durch NH_3 oder Besprühen mit Bleiessig können sie ebenfalls nachgewiesen werden. Zur Festlegung der Farben wurde die englische Horticultural Colour Chart verwendet.

Die außerordentliche Buntheit der Farben der Cinerarien konnte auf das Vorkommen dreier Aglukone, Pelargonidin, Cyanidin und Delphinidin, zurückgeführt werden. Obwohl hier einzelne Farben nicht besonders durchgezüchtet werden, da gerade diese Buntheit den Verkaufswert ausmacht, empfiehlt sich nach meinen Untersuchungen die Isolierung der roten Farben, da Pelargonidin meist rezessiv ist. Auch können die Flavone kontrolliert werden, da diese mit Delphinidin unerwünschte gedeckte, dagegen mit Pelargonidin erwünschte blutrote Töne ergeben. Zur Frage der Züchtung eines roten Gartenrittersporns konnte ermittelt werden, daß die von der holländischen Firma *Ruys* in Dedemsvaart eingeführte Sorte „Pink Sensation"[2]) bereits eine Pelargonidinverbindung aufweist, wenn auch nicht die gleiche wie der eine Stammelter *Delph. nudicaule*. Dagegen ist zur Erzielung der roten Farbe die Einführung der Karotine und Flavone von diesem anscheinend notwendig. Der Weg über die Einkreuzung der weißen „Pazifik-Rasse", der oft in der Praxis versucht wird, muß dagegen als fruchtlos angesehen werden, da diese immer noch Delphinidinfarbstoffe führt, die als dominant anzusehen sind. Verschiedene hier neu hergestellte Artbastarde wurden untersucht, darunter solche mit *Delph. triste*.

Die Züchtung einer roten Gartensorte der *Iris barbata hort.* muß nach meinen Untersuchungen vorerst als nicht lösbar bezeichnet werden, da bei Iris nur die beiden Delphinidinverbindungen Delphinin und das Rhamnoglukosid Violanin aufgefunden wurden, welches durch seinen dem Aglukon vorauseilenden R_f-Wert 0,41 auffällig ist. Es ist der Hauptfarbstoff der hohen Bartiris neben wenig Delphinin. Auffallend ist nur die Sorte *Floridor*, die fast ausschließlich Delphinin enthält wie die Arten und Bastarde der Sektionen *Oncocyclus* und *Regelia*. Von Interesse ist ein im UV-Licht lachsfarben bis orange fluoreszierendes Flavon, welches in weißen Sorten allein vorkommt. Die Fluoreszenzfarbe ändert sich beim Besprühen mit Borsäure in blaugrün. Der salzsaure Extrakt der weißen Sorte „Matterhorn" ergibt mit dem der roten „Display" den Farbton der blauen „Blue Rhythm", womit die blauende Wirkung der Flavone erwiesen ist. Die Iris-Flavone dürften kaum einen Anteil an der gelben Farbe haben, da alle vier beobachteten Flavone in den dominant-weißen Sorten vorkommen. Dagegen müßten sich dominantweiße und rezessivweiße Sorten unterscheiden lassen, womit eine jahrelange genetische Untersuchung durch eine chemische von wenigen Tagen ersetzt werden könnte. Bei dem Gartenstiefmütterchen *Viola tricolor* konnte nachgewiesen werden, daß der schwarze Fleck der blauen Rasse „Märzzauber" von dem gleichen Violanin herrührt wie die blaue Randfarbe. Auffallenderweise finden sich hier bei violetten und roten Rassen oft vier bis fünf verschiedene Anthozyane in derselben Blüte, darunter auch Cyanidinverbindungen. Dies legt nahe, die hier notwendige Durchzüchtung von Farbstoffuntersuchungen begleiten zu lassen, da hierdurch sehr viel einheitlichere Farbrassen erreicht werden müßten. Auch ist zu erwägen, ob der Schritt zum Pelargonidin nicht möglich sein sollte, nachdem das Cyanidin bereits erreicht wurde. Dies müßte erstaunliche neue Farbtöne ermöglichen. Auch dürfte die Auffindung und Aufklärung weiterer Anthozyane und Flavonkörper sowie die Frage der Leukostufen wesentlich gefördert werden. Eine ausführlichere Darstellung der Untersuchungen ist vorgesehen.

Aus dem Botanischen Institut der Lehr- und Forschungsanstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in Geisenheim a. Rh. (*Vorstand: Prof. Dr.* H. SCHANDERL).

PETER WERCKMEISTER.

Eingegangen am 12. Juni 1952.

[1]) BATE-SMITH: Biochim. et Biophysica Acta 4, 421 (1950).
[2]) PROPACH: Gartenbauwiss. 14, 642 (1940).
[3]) SCOTT-MONCRIEFF, R.: Ergebn. Enzymforsch. 8, 277 (1939).

Makrometrie des Zellstoffwechsels sowie Ermittlung der oxybiotischen Schwellenwerte (Minimum, Optimum) nach dem gleichen methodischen Prinzip.

Die bisherige makrometrische Bestimmung des Zellstoffwechsels nach F. WINDISCH[1]) beruht im wesentlichen darauf, daß eine bereitgestellte synthetische Luftmenge, die ein gasvolumetrisch abgemessenes Sauerstoffquantum enthält, innerhalb einer bestimmten Versuchszeit das zu prüfende Zellmaterial durchströmt, wonach sich dann aus der Differenz des insgesamt aufgewendeten und am Schluß wiedergefundenen Sauerstoffs der biologische O_2-Verbrauch ergibt. Um die benötigte O_2-Menge in quantitativer Abmessung zu erhalten, wird der elektrolytisch entwickelte reine Sauerstoff (99,8%ig) in eine mit einem Wassermantel umgebene Meßbürette, die mit 20%iger Kalilauge angefüllt ist, gedrückt und daselbst über Nacht zum Zwecke des Temperaturausgleichs belassen. Zu Versuchsbeginn wird dann das O_2-Volumen abgelesen und nach der Temperatur des Wassermantels, nach dem Barometerstand und der über der 20%igen Kalilauge herrschenden Wasserdampftension — unter Reduzierung auf 0° und 760 mm Hg — so eingestellt, daß die erforderliche O_2-Menge, mit desoxygenisiertem Stickstoff zu synthetischer Luft vermischt, experimentierfertig zur Verfügung steht.

Nach der neuen, von uns verbesserten Methode lassen sich Stoffwechselmessungen in vereinfachter Form — ohne die umständlichen gasometrischen Vorbereitungen — auf verbreiterter Anwendungsbasis durchführen. Zunächst muß wieder die gesamte Apparatur, wie in einer früheren Arbeit[1]) ausführlich beschrieben, mit reinstem Stickstoff vollständig O_2-frei gewaschen werden. Ergibt der hochempfindliche Pyrogalloltest (a. a. O.) bzw. die elektrochemische Prüfung nach

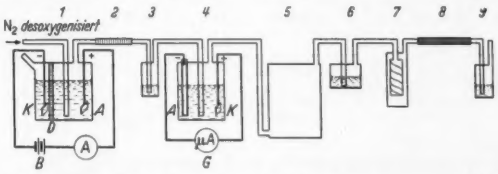


Fig. 1. Schematische Darstellung der Versuchsanordnung. *1* Elektrolytisches O_2-Entwicklungs- und Gasmischgefäß mit Kathode (*K*) und Anode (*A*) aus Pt, Diaphragma (*D*) aus Ton, Batterie (*B*) und Präzisionsamperemeter (*A*); *2* Platinkontakt; *3* Schwefelsäure-Waschflasche; *4* Elektrochemisches O_2-Meßgefäß nach F. TÖDT mit Kathode (*K*) aus Pt, Anode (*A*) aus Pb und Galvanometer (*G*); *5* Reaktionsraum zur Durchführung der Versuche; *6* Chromschwefelsäurevorlage; *7* Kaliapparat; *8* Cu-Verbrennungsrohr aus Quarz; *9* Waschflasche mit Sperrflüssigkeit.

F. TÖDT[2]), daß der Sauerstoff bis auf indifferente Spuren entfernt ist, so wird mit der elektrolytischen O_2-Entwicklung (*1*) begonnen und der hierbei entstehende Sauerstoff mit Hilfe eines Präzisionsamperemeters (*A*) unter Berücksichtigung der Zeit *quantitativ* bestimmt (Fig. 1). Im Elektrolysegefäß (*1*) kann auch gleichzeitig die Vermischung mit desoxygenisiertem Stickstoff zu synthetischer Luft oder zu einem beliebig proportionierten O_2/N_2-Gasgemisch vorgenommen werden. Nach Passieren eines auf etwa 350° erhitzten Platinkontaktes (*2*) gelangt dann der Gasstrom durch eine mit konz. H_2SO_4 beschickte Waschflasche (*3*) in das elektrochemische O_2-Meßgefäß (*4*) nach F. TÖDT[3]), mit welcher Vorrichtung der herrschende O_2-Partialdruck laufend aufs genaueste kontrolliert werden kann, und fließt von hieraus weiter in den Reaktionsraum (*5*), welcher zur Aufnahme der zu untersuchenden biologischen Objekte dient. Im Bedarfsfalle kann dieser Teil der Apparatur mittels einer Schüttelvorrichtung im Thermostaten bewegt werden.

Der nach erfolgter oder auch nichterfolgter Zellreaktion verbleibende Sauerstoff wird nun, vereinigt mit dem gegebenenfalls desmolytisch entbundenen Kohlendioxyd, durch eine konzentrierte, im Ölbad auf 120° erhitzte Chromschwefelsäurelösung (*6*) geleitet, um von flüchtigen reduzierenden Bestandteilen[4]) befreit zu werden. Auf dem weiteren Wege wird die der biologischen Reaktion entstammende Kohlensäure im Kaliapparat (*7*) zurückgehalten und kann anschließend gravimetrisch bestimmt werden. Die quantitative Erfassung des nichtverbrauchten Sauerstoffs geschieht z. B. durch Leiten über glühende (Temperatur maximal 600°) Kupferspiralen in Quarzrohren (*8*) oder auch durch andere chemische bzw. physikalisch-chemische Methoden. Aus der Differenz des entwickelten Gesamt- und wiedergefundenen Restsauerstoffs ergibt sich der biologische O_2-Verbrauch.

Mit der vorstehend im Prinzip dargelegten neuen Apparatur zur Makrometrie des Zellstoffwechsels lassen sich auf direktem Wege — gegenüber der bestehenden indirekten manometrischen Methode — Reihenuntersuchungen im größeren Maßstabe vornehmen. Die Anwendungsbasis erweitert sich noch dadurch,

daß jetzt auch exakte Stoffwechselmessungen, abgesehen von der relativen Unbegrenztheit der Mengenverhältnisse, an einzelnen schon höher organisierten Lebewesen wie Pflanze und Tier und zudem in jedem beliebigen Medium ausgeführt werden können. Weiterhin gestattet uns die im Strömungsverfahren ermöglichte quantitative Proportionierung ganz bestimmter O_2/N_2-Gasgemische, vielfältig abgestufte O_2-Partialdrucke von jeder in Betracht kommenden Größenordnung zur biologischen Anwendung zu bringen. Auf diese Weise sind wir auch erstmalig in der Lage, die oxybiotischen Schwellenwerte (Minimum, Optimum) bei den verschiedenartigsten Mikroorganismen sowie sonstigen pflanzlichen und tierischen Zellen mit physiologisch exakter Methodik zu erfassen. Ebenso ist es uns jetzt möglich, die biologisch grundlegende Frage zu entscheiden, ob nach Wachstumssistierung, hervorgerufen durch Anaerobiose[5]), der erneut hinzutretende Sauerstoff *katalytisch* die Zellvermehrung reaktiviert oder in mengenmäßig proportionierter Relation zur proliferierenden Zellmasse steht.

Aus dem Institut für Medizin und Biologie der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin (Direktor: Prof. Dr. W. Friedrich), *Abteilung Krebsforschung-Mikrobiologie (Prof. Dr.* F. Windisch).

F. Windisch und W. Heumann.

Eingegangen am 16. Mai 1952.

[1]) Windisch, F.: Biochem. Z. **246**, 332 (1932).
[2]) Tödt, F.: Gesundheitsing. **1942**, S. 76. — Arch. Metallkunde **1947**, 469.
[3]) Tödt, F., F. Windisch, G. Teske, W. Heumann u. Chr. Goslich: Biochem. Z. **1952**.
[4]) Windisch, F.: Ergebn. Enzymforsch. **2**, 169 (1933).
[5]) Windisch, F.: Biochem. Z. **246**, 369 (1932).

Lethal mutations and the bactericidal action of ionizing radiation.

Norman and Greenfield[1]) have recently raised an objection to the possibility that the bactericidal action of ionizing radiation may be attributed to lethal mutation. They have suggested that exponential survival curves are incompatible with the lethal mutation hypothesis in cases where the bacteria are multinucleate. This objection must be taken into consideration if it is assumed, by definition, that lethal mutations are associated with the bacterial nucleus. However, the detailed argument presented by Norman and Greenfield must be modified if it is to be made consistent with existing evidence pertaining to the manner in which bacterial nuclei are distributed to the daughter cells. Cytological[2]), [3]) and genetic[4]) evidence indicates that division in rod-shaped bacteria usually proceeds in such a way as to include daughter nuclei within the same daughter cell, as shown in Fig. 1. Thus, induced mutations would become homokaryotic within one

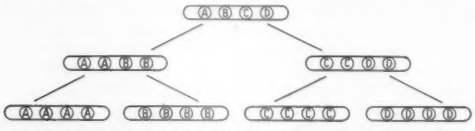


Fig. 1. The result of division of a cell and its nuclei in a hypothetical tetranucleate bacterium. Homokaryosis is insured within two divisions.

or more divisions, the number of divisions depending on the number of nuclei present in the irradiated bacterium. Norman and Greenfield have erroneously stated: "In order to inactivate a cell containing two nuclei by the induction of recessive lethal mutations it is necessary to induce such mutations in identical loci of both nuclei." Actually, lethal mutations induced in *any* loci of both nuclei would be sufficient to preclude the formation of a colony. The expected survival would not have the form assumed by Norman and Greenfield,

$$S = [1 - (1 - e^{-kD})^n]^m,$$

where S is the fraction of cells surviving a dose, D, of radiation, n is the number of gene sets per cell, m is the number of genes per set, and k the sensitive volume per gene. Instead, it would have the form,

$$S = 1 - (1 - e^{-mkD})^n.$$

Neither of these equations, of course, describes the observed survival curves.

For the hypothesis of dominant lethal mutation, two types of mutation, defined in different ways, must be considered: first, the case where mutation in one nucleus precludes the further reproduction of that nucleus, but not of other nuclei, or of the cell as a whole; second, the case where a mutation in one nucleus precludes reproduction of the cell, or of daughter cells. It can be seen by reference to Fig. 1 that dominant mutations of the former type would affect survival in the same way as recessive lethal mutations, and would produce the survival curve described by the second equation. Dominant mutations of the latter type, on the other hand, would produce the observed exponential survival curves. The fact that inactivated bacteria may divide one or more times, with resultant distribution of the mutant and nonmutant nuclei into different cells, might be regarded as evidence that the latter type of mutation is not important in bacterial inactivation. This argument is not entirely conclusive, since it is conceivable that the functional relation between nuclei in a binucleate bacterium might be such that certain mutations in one of the nuclei could result in defective replication of the companion nucleus, and lead to the death of the daughter

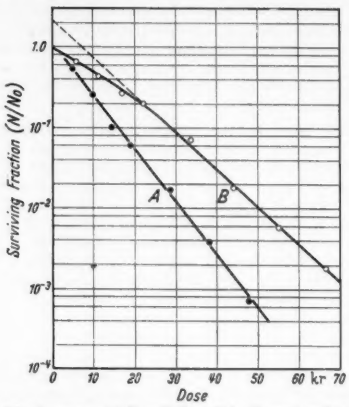


Fig. 2. Survival curves of *E. coli B/r* with *X* rays and gamma rays.

cells after one or more divisions. Moreover, we have found that in strain *B/r* of *Escherichia coli* a majority of the inactivated cells do not divide. It can now be seen that in the absence of evidence other than the observed exponential survival curves and the multinucleate condition, the question of whether the bactericidal effect is due to dominant lethal mutation involves a choice of assumptions, and therefore cannot at present be factually answered.

While we may temporarily dismiss this question with its labile premises, there is some basis for inquiring into the reasons for the frequent lack of correlation between survival curves and nuclear number in bacteria. There is much evidence that the nucleus plays a predominant role in cellular radiation damage in various organisms. De Lamater[2]) has found excellent cytological evidence for the similarity of the bacterial nucleus to the cell nucleus in other organisms. Witkin[4]) has offered an ingenious proof of the identity of the cytological and genetic nucleus in bacteria. These considerations lead one to expect the bacterial nucleus to play a determining role in the radiosensitivity of bacteria.

In the preceding discussion we have assumed that the nuclei would behave as separate units, in the sense that an effect produced in one nucleus would not imply a greater probability of an effect in another nucleus within the same cell. A comparison of the survival curves for *E. coli* strain *B/r* with *X* rays and 1,1 Mev. gamma rays suggests that the inactivation of units within the same cell may be independent in the case of the gamma radiation, but correlated in the case of the *X* rays. In Fig. 2, curve *A* is the survival curve obtained with *X* rays from a Maxitron-250 unit run at a peak voltage of 250 kv, with a tungsten target and 3 mm of Al filtration. Curve *B* was obtained with a 300-curie cylindrical Co^{60} gamma source. Evidently a single event suffices to inactivate one bacterium with *X* rays, while an average of two events is required with the gamma rays. This difference in the shape of the survival curves can be attributed to the difference in ion density between the ionizing electrons projected by the two types of radiation[5]). The average number of ionizations

produced within a single bacterium by a single ionizing electron is much larger for the *X* rays than for the gamma rays It is not necessary to assume that the ionizations must occur within two separate targets, since the lethal effect might be caused by products which diffuse for some distance from their region of origin and react with separate intracellular components. The gamma-ray experiment does not necessarily identify the units of inactivation with the bacterial nuclei, but it does re-emphasize the widely recognized fact that the degree of resolution of biological targets is dependent on the character of the radiation.

To summarize, in any attempt to correlate the nuclear constitution of bacteria with their survival curves, one should take into account (1) the mode of distribution of the nuclei into the cells during division, (2) the possibility of unforeseen interactions between the nuclei, and (3) the possibility that more than one unit within the same cell may be affected by the products of a single ionizing particle.

Biology Division, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee).*

K. C. Atwood and G. E. Stapleton.

Eingegangen am 10. Juni 1952.

*) Work performed under Contract No. W-7405-eng-26 for the Atomic Energy Commission.

[1]) Norman, A., u. M. A. Greenfield: Naturwiss. **39**, 22 (1952).
[2]) De Lamater, E. D.: Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. **17** (1951).
[3]) Robinow, C. F.: Nuclear apparatus and cell structure of rod-shaped bacteria. In Dubos, The bacterial cell, pp. 355—377. Harvard University Press 1945.
[4]) Witkin, E.: Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. **17** (1951).
[5]) Lea, D. E.: Actions of radiations on living cells. Cambridge: The University Press 1946. New York: Macmillan & Co. 1947.

Über die Plasmastrukturen der Ascitestumorzellen.

In den letzten Monaten hat W. Seyfarth[1]) an dieser Stelle mehrere Mitteilungen über Plasmastrukturen in Hefe- und Tumorzellen veröffentlicht. Danach sind in den Sproßzellen der Soorhefe (Monilia albicans) lichtbrechende Körnchen („Chondriosomen") enthalten, die bei der Zerstörung der Zelle mit Kalilauge oder Antiformin erhaltenbleiben, sich mit Triphenylterazoliumchlorid (TTC) rot färben und bei der Kultur in Bierwürze bei 37° massenhaft kleine Granula liefern. Ebenso verhalten sich nach Seyfarth die lichtbrechenden Einschlüsse in den Zellen des Mäuse-Ascites-Carcinoms, die sich nach Hölscher[2]) ebenfalls mit TTC rot färben. Auch diese „Mitochondrien" sind gegen Antiformin beständig und lassen sich, wie Seyfarth angibt, in alkalischer Nährlösung bei 37° züchten, wobei zahlreiche stark bewegliche, kurze und längere Stäbchen entstehen, die genau so aussehen wie die aus den „Chondriosomen" der Monilia gezüchteten Stäbchen. Seyfarth schreibt dazu: „Wir müssen daher die beiden Gruppen der auf diese Weise entstandenen Mikroorganismen als identisch ansehen ... Auf Grund unserer Beobachtungen ... ist heute eindeutig der Beweis erbracht, daß die Mitochondrien Endosporen sind, aus denen sich Mikroorganismen entwickeln." Das heißt mit anderen Worten, daß der Ascitestumor durch eine Infektion mit Mitochondrien entsteht, die nichts anderes sind als „Zwergformen" der Sproßzellen von Monilia, d.h. „keine Zellbestandteile, sondern Eigenkörper".

Unserer Meinung nach sollten so weittragende Behauptungen lieber nicht als vorläufige Mitteilung publiziert werden, die weder genauere technische Angaben noch irgendwelche Belege in Form von Tabellen oder Abbildungen enthalten. Ähnlichkeiten so weit verbreiteter Strukturen in Form, Lichtbrechung und Reduktionsverhalten können wir jedenfalls nicht als Identitätsbeweis anerkennen und erst recht nicht irgendwelche in Kulturen auftretenden, nicht näher definierten bakterienartigen Gebilde.

Die von Lettré[3]), Hölscher und Seyfarth in den Zellen des Mäuse-Ascites-Tumors beobachteten lichtbrechenden Kugeln halten wir im übrigen nicht für Mitochondrien. Schon Seeger[4]) hat nämlich 1937 festgestellt, daß in den Ascitestumorzellen zweierlei Strukturen vorkommen, nämlich kleinere Partikel, die sich vital mit Janusgrün färben, d.h. Mitochondrien, und größere kugelige Gebilde, die den von Lettré, Hölscher und Seyfarth beschriebenen bzw. abgebildeten Granulis entsprechen und die schon Lipschütz[5]) beim Rousschen Hühnersarkom gefunden und „Stegosomen" genannt hat. Diese Gebilde färben sich, wie wir bestätigen können, weder mit Janusgrün noch mit Säurefuchsin nach Altmann,

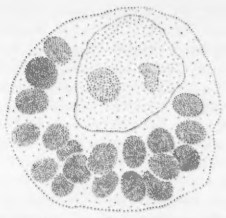


Fig. 1. Ascitestumorzelle. 24 Std bei 38° in 1% Osmiumsäure osmiert, 2000fach vergrößert. Stegosomen grauschwarz.

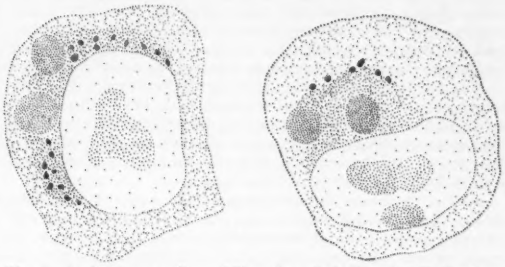


Fig. 2. Ascitestumorzellen. 8 Tage lang bei 38° mit 1% Osmiumsäure behandelt. Osmiophile Granula (Mitochondrien) deutlich in einem „Feld" liegend. Nur je zwei Stegosomen.

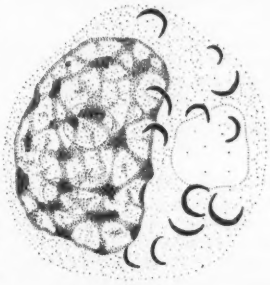


Fig. 3.

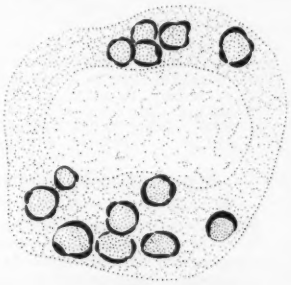


Fig. 4.

Fig. 3. Feulgen-Reaktion an einem nicht vorher durch Alkohol geführten Ausstrich. Ruhezellen. Zahlreiche sichelförmige Reste von Stegosomen sichtbar.

Fig. 4. Plasmalreaktion nach Pischinger.

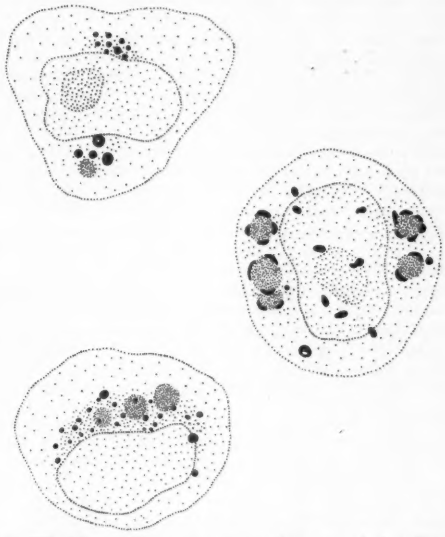


Fig. 5. Wie Fig. 2. Stegosomen von schwarz osmierten Granulis eingefaßt.

schwärzen sich aber in Osmiumsäure, und zwar schon nach kurzer Einwirkung (Fig. 1), d.h. lange bevor eine Imprägnierung der Mitochondrien erfolgt (Fig. 2). Sie lassen sich mit Sudan III nicht darstellen und geben die Formazanreaktion.

Bei der FEULGEN-Reaktion an Ausstrichen, die nicht vorher mit Alkohol behandelt wurden, beobachtet man außer der positiven Reaktion des Zellkerns eine Rotfärbung in einem sichel- oder schalenförmigen Bereich der Stegosomen (Fig. 3). Bei der Plasmalreaktion nach PISCHINGER (Fig. 4) färben sich die „Externa" rundum intensiv rot und erscheinen oft unregelmäßig und mit flachen Buckeln besetzt.

Die Anzahl der Stegosomen schwankt in den verschiedenen Typen von Ascitestumorzellen sehr stark (von 3 oder 4 bis zu 40 und mehr). Dabei können große Zellen relativ wenige, kleine Zellen dagegen sehr viele derartige Granula beherbergen. Bei Zellen, die sich gerade teilen, findet man auffallend oft nur noch vereinzelte Stegosomen, die sich nach PISCHINGER oder mit Osmiumsäure kaum mehr darstellen lassen.

Ob die Stegosomen, die auch elliptische Form haben können, genetisch mit den Mitochondrien zusammenhängen, wird sich durch Beobachtungen an fixiertem Material schwerlich entscheiden lassen. Wir haben aber nach langer Osmierung gelegentlich Bilder erhalten (Fig. 5), die einen solchen Zusammenhang möglich erscheinen lassen.

Aus allen diesen Beobachtungen geht unseres Erachtens hervor, daß wir über die Granula der Asciteszellen, insbesondere ihre Entstehung, Formveränderung und Bedeutung, so wenig wissen, daß vor voreiligen Schlußfolgerungen nur gewarnt werden kann.

Bonn, Zoologisches Institut der Universität.

ROLF DANNEEL und EDMUND GÜTTES.

Eingegangen am 14. Juni 1952.

[1]) SEYFARTH, W.: Naturwiss. **39**, 90, 91, 162, 192 (1952).
[2]) HÖLSCHER, H. A.: Z. Krebsforsch. **57**, 353 (1951).
[3]) LETTRÉ, H.: Z. Krebsforsch. **57**, 345 (1951).
[4]) SEEGER, P. G.: Arch. exp. Zellforsch. **20**, 280 (1937). — Z. Krebsforsch. **57**, 113 (1950).
[5]) LIPSCHÜTZ, B.: Z. Krebsforsch. **28**, 491 (1929).

Neue Ergebnisse tierexperimenteller Silikoseforschung[1]).

Mit dem in der Zürcher Silikosearbeitsgemeinschaft als Standard-Test angewandten intraperitonealen Mäuseversuch[2]) wird die fibrogenetische Wirkung verschiedener Substanzen systematisch untersucht. Die in jüngster Zeit damit erhaltenen Ergebnisse, insbesondere mit Graphit, Diamant, Carborund[3]), [4]) und Kaolin[5]), sind für die Frage nach der Art der pathogenen Wirkung von Mineralien von großer Bedeutung.

Bei der Versuchsanordnung muß größtes Gewicht auf die Verwendung von nach Korngröße und chemischer Zusammensetzung genau charakterisierten, reinen Stoffen gelegt werden, da nur unter dieser Bedingung die Versuchsergebnisse eindeutig bewert- und vergleichbar sind.

Für unsere Versuche injizierten wir *synthetischen Graphit* mit einem Aschegehalt von nur etwa 0,1% in zwei Fraktionen, $< 3\,\mu$ und $\pm 10\,\mu$. In der Asche war röntgenographisch freie Kieselsäure in keiner Form nachweisbar. Ebenso erwiesen sich *Diamant* und *Carborund* frei von Beimengungen. Die Röntgenuntersuchung des in den gleichen Fraktionen wie Graphit verwendeten *Kaolins* ergab ein reines Kaolindiagramm; Quarz konnte höchstens in röntgenographisch nicht nachweisbarer Menge vorhanden sein. Auch elektronenmikroskopisch konnten keine Verunreinigungen festgestellt werden.

Versuchsergebnisse. Bei beiden Fraktionen des *synthetischen Graphites* setzt nach einer kurzen unspezifischen entzündlichen Frühreaktion mit anschließender Phagozytose die Bildung von kollagenen Fasern in den intraperitonealen Staubablagerungen ein und nimmt mit der Versuchsdauer zu. Nach 20 Tagen ist ein Großteil des Graphites phagozytiert, die kollagenen Fasern sind noch zart, aber deutlich vermehrt. Nach 61 Tagen findet sich an der Knötchenperipherie eine Kapsel von verdickten kollagenen Fasern. Fasern dringen auch ins Zentrum vor. Nach 181 Tagen kann eine weitere Zunahme der kollagenen Bindegewebsfasern, ausnahmsweise auch eine konzentrische Schichtung beobachtet werden (Fig. 1). Nach 365 Tagen ist das anfänglich zelluläre Knötchen in ein fast zelloses Faserknötchen umgewandelt. Ein Unterschied zum Quarz besteht darin, daß beim Graphit nicht schon nach wenigen Wochen eine Durchsetzung der Staubherde mit kollagenen Fasern stattfindet, sondern daß einige Monate dazu gebraucht werden und daß die konzentrische Schichtung die Ausnahme bildet.

Diamant, nur in der Fraktion $< 3\,\mu$ injiziert, erzeugt nach 1 bis 2 Monaten kollagene Fasern, nach 4 Monaten erkennt man stark fibrosierte Knötchen und nach 1 Jahr sind die Knötchen völlig von kollagenem Bindegewebe durchsetzt und fast zellos.

Ähnlich wie beim Graphit sind die Resultate mit *Carborund*, bei welchem die Zeit bis zur deutlichen Bindegewebsfaserbildung 30 bis 60 Tage beträgt und das fibröse Endstadium nach etwa 8 Monaten erreicht wird.

Auch *Kaolin* gibt zu einer rasch abklingenden unspezifischen entzündlichen Frühphase Anlaß, welcher eine rasch

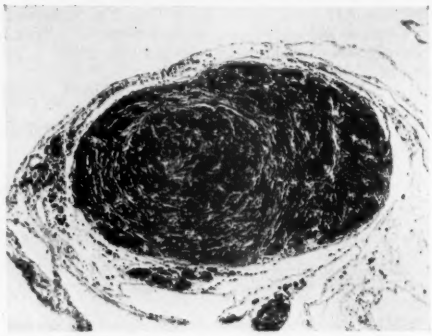


Fig. 1. M. XXXIV/6, 181 Tage. Graphitstaubknötchen mit angedeuteter konzentrischer Faserschichtung. Vergrößerung 55fach.

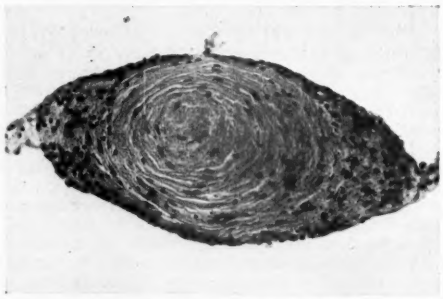


Fig. 2. M. XL/12, 307 Tage. Fast zellfreies Kaolinknötchen (Fraktion $< 3\,\mu$) mit konzentrischer Faserschichtung. Vergrößerung 170fach.

zunehmende Bildung von kollagenen Fasern folgt. Beide Kaolinfraktionen erzeugen das von den Quarzversuchen her bekannte konzentrisch geschichtete Knötchen aus kollagenen Fasern mit dazwischengelagerten Kaolinkristallen. Bei der Fraktion $< 3\,\mu$ setzt aber die Bildung von kollagenen Fasern so rasch ein, daß bereits nach 35 Tagen das Staubzellknötchen in ein fibröses Knötchen umgewandelt ist, während bei der Fraktion $\pm 10\,\mu$ die fibröse Spätphase nach etwa 200 Tagen erreicht wird. Die Bindegewebsfaserbildung erfolgt also bei der feineren Kaolinfraktion ebenso rasch wie bei den Versuchen mit Quarz[2]).

Es steht nach diesen Versuchsergebnissen fest, daß auch *ohne Mitwirkung freier Kieselsäure* im Tierversuch die Erzeugung silikoseähnlicher Faserknötchen möglich ist.

Aus dem Histopathologischen Institut der Universität Zürich (Direktor: Prof. Dr. A. v. ALBERTINI).

J. R. RÜTTNER, P. BOVET, R. WEBER und W. WILLY.

Eingegangen am 14. Juni 1952.

[1]) 18. Mitteilung des pathologisch-anatomischen Sektors der Zürcherischen Arbeitsgemeinschaft zur Erforschung und Bekämpfung der Silikose.

[2]) RÜTTNER, J. R.: Z. Unfallmed. u. Berufskrkh. [Zürich] **1**, 66 (1950).
[3]) RÜTTNER, J. R., P. BOVET u. M. AUFDERMAUR: Dtsch. med. Wschr. **1952**.
[4]) BOVET, P.: Schweiz. Z. Path. u. Bakter. **1952**.
[5]) WEBER, R.: Schweiz. Z. Path. u. Bakter. **1952**.

Besprechungen.

Structure Reports for 1947—48. (Vol. 11.). General Editor: A. J. C. WILSON. Published for the International Union of Crystallography by N. V. A. Oosthoek's Uitgevers, Utrecht 1951. 779 S. 55.— Gulden.

Der von P. P. EWALD in den zwanziger Jahren begonnene „Strukturbericht" ist bekanntlich ein höchst wertvolles Hilfsmittel in der Chemie der Festkörper und bildet ein unersetzliches Werkzeug für Festkörper-Physiker, Chemiker, Mineralogen, Kristallographen und Metallkundler. Die Einzigartigkeit dieses Werkes darf wohl, abgesehen von der Bedeutung des Gegenstandes, in der richtungweisenden Methode der Referierung gesehen werden: Nach den Originalarbeiten der Zeitschriftenliteratur werden von besten Kennern des Gebiets Referate von einem solchen Umfang angefertigt, daß bei der Benützung in vielen Fällen eine Heranziehung der Originalliteratur nicht mehr notwendig ist. — Diese Methode des Referierens ist P. P. EWALD und seinem damaligen Mitarbeiter C. HERMANN nicht in den Schoß gefallen, wie der aufmerksame Leser leicht bei der Durchsicht der ersten Bände feststellen kann. Daß das Werk, dessen internationale Bedeutung bereits nach Erscheinen des ersten Bandes unbestritten war, herauskommen konnte, war nächst der selbstlosen Energie der Autoren nicht nur der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft und der vorausschauenden Einstellung des Verlags zu verdanken gewesen, sondern auch finanzieller Unterstützung von Industriefirmen. Der letzte Strukturbericht (Band 7) erschien im Jahre 1943 und referierte die Arbeiten des Jahres 1939. Ein photomechanischer Nachdruck von Band 1 bis 7 erschien in Ann Arbor im Jahre 1943.

Bei der Gründung der „Internationalen Union für Kristallographie" im Jahre 1948 wurde neben der Herausgabe der die Zeitschrift für Kristallographie fortsetzenden „Acta Crystallographica" auch die Fortsetzung der Strukturberichte als wichtige Aufgabe internationaler Zusammenarbeit beschlossen. Die „Structure Reports for 1947—48" liegen jetzt in Gestalt eines nahezu 800seitigen Bandes vor. Dieses Ergebnis der entsagungsvollen Arbeit des Generalherausgebers A. J. C. WILSON, der Herausgeber C. S. BARRETT (Metalle), J. M. BIJVOET (anorganische Verbindungen) und J. M. ROBERTSON (organische Verbindungen) sowie eines Stabes von 33 Referenten wird von allen an der Festkörperchemie Interessierten dankbar begrüßt werden. An dem vorliegenden Band waren nicht nur die UNESCO und einige wissenschaftliche Organisationen, sondern auch Industriefirmen finanziell beteiligt. Das Buch wird durch ein Vorwort von P. P. EWALD eingeleitet.

Der Übergang der Herausgeberschaft an Forscher aus dem angelsächsischen Sprachgebiet blieb natürlich nicht ohne Rückwirkung auf die Gestaltung der Berichte. Die folgende kleine Auswahl von Bemerkungen, die sich dem Ref. bei der Durchsicht des Werkes aufdrängten, soll daher das Verdienst der Herausgeber und Bearbeiter nicht schmälern, sondern nur als Versuch eines der vielen dankbaren Benützer der Strukturberichte bzw. Structure Reports gelten, auf Unebenheiten der vorliegenden Ausgabe hinzuweisen, die bei späteren Bänden sicherlich vermieden werden können.

Die Numerierung der Strukturtypen nach EWALD und HERMANN ist aufgegeben worden, wenngleich von den alten Nummern häufig Gebrauch gemacht wird. Der Grund dafür lag darin, daß nach Ansicht der Redaktion die Zahl der Typen mit nur einem Vertreter so groß ist, daß eine Typen-Numerierung unübersichtlich wird. Dennoch war bekanntlich die EWALD-HERMANNsche Typen-Nomenklatur nach dem Formelbild eine sehr nützliche Einrichtung, ein erster Schritt in Richtung auf ein „natürliches System der Kristallstrukturen", d.h. ein System, das den chemischen Bindungsverhältnissen Ausdruck verleiht. Der Structure Report enthält sich dieses Schrittes und gibt dadurch Strukturtabellen nach Art der neuen Auflage des WYCKOFFschen Werkes erneute Bedeutung. (Dieses letztere Werk enthält allerdings nur anorganische Substanzen.) Die Strukturen werden nun mangels einer die EWALD-HERMANN-Nomenklatur ersetzenden Bezeichnungsweise uneinheitlich benannt (z.B. „Fe_3Sn ist vom Cd_3Mg-Typ"; „FeSi ist vom B 20-Typ"). Insbesondere ist die Aussage „Fe_4N ist kubisch flächenzentriert" unzweckmäßig, weil diese Bezeichnung für eine Translationsgruppe gebraucht wird und für den A 1-Typ den Zusatz „mit einem Fe in der primitiven Elementarzelle" enthalten müßte. Der Verzicht auf die aus der EWALD-HERMANNschen Bezeichnung folgenden Typenanordnung hat dazu geführt, daß in der Abteilung „Metalle" die Verbindungen rein alphabetisch nach dem angelsächsischen Namen für die Elemente der Verbindung angeordnet werden! Diese Anordnungsregel wird bis in die Wahl der Formelnamen hinein angewandt (z. B. AsNi). Andererseits fehlen aber einige Rückverweise, so daß man beispielsweise die Verbindung Co_5Th nicht auffinden könnte, *ohne* zu wissen, daß sie isotyp zu Cu_5Ca ist.

Ebenso wie in der übrigen Chemie muß es auch in der Metallchemie für die Schreibweise der Formeln Normen geben, die dem Bindungsmechanismus Ausdruck verleihen und die auch für Kristallographen vorteilhaft sind (sie werden zur Zeit von der Internationalen Union für Chemie und von der Am. Soc. for Test Materials erwogen). Als solche liegt z.B. in Analogie zur anorganischen Nomenklatur die Regelung nahe, das Symbol des Valenzelektronen-armen Elements vor dasjenige des Valenzelektronen-reichen Elements zu setzen, also NiAs statt AsNi, $NiCu_3Al_6$ statt Cu_3NiAl_6 usw. zu schreiben. — Übrigens werden die Elementbenennungen in Übereinstimmung mit den Empfehlungen der Internationalen Union für Chemie gewählt: *beryllium* statt *glucinium*, *niobium* statt *columbium* und *wolfram* statt *tungsten*.

Die Aufteilung der Arbeit auf eine große Zahl von Referenten hat zu einer guten Qualität der Referate geführt, allerdings auch dem Generalherausgeber sicherlich manches Kopfzerbrechen verursacht. Man möchte nur jedes Referat vom Referenten unterzeichnet wissen, insbesondere im Hinblick auf die sehr zu begrüßenden zahlreichen eingestreuten kritischen Bemerkungen. Die bewährte Einteilung der Referate ist im wesentlichen beibehalten worden. Zahlreiche Abbildungen und Diagramme veranschaulichen den Text.

Man kann nur lebhaft wünschen, daß dem ersten Anfang weiterhin guter Erfolg beschieden ist — zum besten aller Kristallforscher. K. SCHUBERT (Stuttgart).

Eingegangen am 8. September 1951.

Veröffentlichungen der wissenschaftlichen Photolaboratorien Agfa. Bd. VII. Leipzig: S. Hirzel 1951. 8°. 329 S. u. 186 Abb. Kart. DM 23.50.

Seit dem Erscheinen des VI. Bandes der wissenschaftlichen Veröffentlichungen der Agfa sind neun Jahre vergangen. Mit Rücksicht auf diese lange Zeit beschränkt sich der vorliegende Band im wesentlichen darauf, über etwa zwei Dutzend Arbeiten namhafter Wissenschaftler aus den Jahren 1945 bis 1948 zu berichten. Fast die Hälfte der Arbeiten bringt Forschungsergebnisse zu den verschiedenen Verfahren der Farbenphotographie. Farbfilmsensitometrie, Farbdichtemesser, Farbwiedergabe, Farbsysteme, Farbkennzeichnungsverfahren und farbreizmetrische Auswertung seien als Stichworte genannt.

In weiteren Arbeiten wird der Mechanismus der photographischen Sensibilisation, die Temperaturabhängigkeit des photographischen Prozesses und die spektrale Empfindlichkeit photographischer Schichten behandelt. Elektronenmikroskopische Untersuchungen an entwickelten photographischen Schichten und einzelner Phasen bei der Emulsionsherstellung geben wertvolle Aufschlüsse. Auch spezielle Probleme, wie z.B. Entwicklungsfehler in der spektrochemischen Analyse oder Zeiteffekte am Magnettonband werden diskutiert. Wie alle bisher erschienenen Bände wird sich auch der vorliegende Band allgemeiner Beliebtheit erfreuen, und es ist nur zu wünschen, daß auch die nächsten Bände der Agfa-Veröffentlichungen bald erscheinen mögen.

HANS KÖNIG (Göttingen, jetzt Darmstadt).

Eingegangen am 4. September 1951.

Hückel, W.: Einführung in das Studium der Chemie. (Winters Studienführer.) Heidelberg: Carl Winter 1951. 173 S. DM 6.—.

Der vorliegende Studienführer wendet sich vorwiegend an den Abiturienten, der vor der Berufswahl steht, um ihm zu sagen, „was für Anlagen er mitbringen und welche Fähigkeiten er entwickeln muß, um ein tüchtiger Chemiker zu werden". Für den angehenden Studenten stellt die Schrift, die flüssig geschrieben ist und eine große Fülle an wissenschaftlichem Material und praktischen Beobachtungen im persönlichen unterrichtenden Umgang mit Studenten enthält, eine wertvolle Hilfe für seine Berufsentscheidung dar. Sie kann daher warm zur Anschaffung empfohlen werden für alle Schulbüchereien, Berufsberater und solche staatliche Stellen, die sich mit Fragen der permanent im Fluß befindlichen Schulreformen beschäftigen. Für die letzteren sollte insbesondere zu denken geben,

was der Verf. völlig zu Recht betont: Auch der umfangreichste naturwissenschaftliche Unterricht auf der Schule bietet keine Gewähr für ein gutes Bestehen des Abiturienten im chemischen Studium. Umgekehrt aber zeigt die Erfahrung, daß der Gymnasiast den Oberrealschüler häufig bereits im ersten Studiensemester einholt, ja überholt. — In ganz ähnlicher Richtung vertritt W. HÜCKEL aber auch gegenüber der Frage: „Studium der Chemie an der Universität oder Technischen Hochschule" sowie in der Frage einer stark betonten technologischen Ausbildung des späteren Industrie-Chemikers einen sehr kritischen Standpunkt gegenüber den heute vielfach üblichen reinen Nützlichkeitserwägungen. Es wäre zu wünschen, daß diese Gedanken mehr Beachtung finden, zumal sie mit den Erfahrungen führender Wissenschaftler der Industrie in voller Übereinstimmung stehen.

Im übrigen enthält die Schrift eine klare Schilderung des üblichen Studienganges, eine kurz gefaßte, wohl abgewogene Darstellung der modernen Forschungsproblematik auf den verschiedenen Spezialgebieten der Chemie, sehr beachtliche Hinweise für solche Studenten, die das Staatsexamen für das höhere Lehrfach anstreben und einige kurz aber klar gezeichnete Berufsbilder des fertigen Chemikers.

A. SCHNEIDER (Göttingen).

Eingegangen am 11. September 1951.

Müller, Gerhard-Otfried: Praktikum der quantitativen chemischen Analyse. Leipzig: S. Hirzel 1951. 385 S. u. 42 Abb. DM 16.50.

In der deutschsprachigen Literatur besteht ein vielfach ernst empfundener Mangel einer modernen Einführung in die quantitative chemische Analyse, die die Beschreibung der wichtigsten Einzelbestimmungen und Trennungsverfahren in ausreichender Form mit einer Erörterung der theoretischen Grundlagen der klassischen und modernen physikalisch-chemischen Analysenmethoden verbindet. KOLTHOFFs Maßanalysen z. B. ist in neuer Auflage englisch geschrieben, G. HÄGGs ausgezeichnete Theoretische Grundlagen der analytischen Chemie sind dem deutschen Studenten aus Gründen der Terminologie noch nicht ohne gewisse Schwierigkeiten zugänglich und beschränkt auf die klassischen Verfahren der Gravimetrie und Maßanalyse. Neben den ausgezeichneten Handbüchern sowie einer Fülle von Einzelwerken, die unter stofflichen wie methodischen Gesichtspunkten Sondergebiete der analytischen Chemie zuverlässig, zusammenfassend und erschöpfend darstellen, fehlt es an einer Einführung für den Studenten, die er praktisch und theoretisch mit Nutzen bei den chemischen Übungen verwenden kann und die zugleich ein Bild vom modernen Stand sowie den neuen Aufgaben und Entwicklungsmöglichkeiten der analytischen Chemie vermitteln. Unter diesem Gesichtspunkt ist die Neuerscheinung lebhaft zu begrüßen. Nach einer klar geschriebenen Einleitung und Erörterung der Theorie (Gravimetrie, Volumetrie, Elektrolyse, Potentiometrie, Konduktometrie, Polarographie, Kolorimetrie), die rund ein Drittel des Buches umfaßt, werden die Einzelbestimmungen und Trennungen der Kationen und Anionen in knapper, aber das Wesentliche kennzeichnender Form beschrieben. Im Anhang befinden sich noch Hinweise auf Methoden von allgemeinem Charakter, Verwendung organischer Reagenzien und sehr ausführliche Tabellen und Umrechnungsfaktoren.

Für die Verwendung des Buches in der Hand des Studierenden erscheint vorteilhaft, daß sich der Autor Beschränkung in der Darstellung der verschiedenen Arten für die Bestimmung eines Elementes auferlegt. Trotzdem mag manche Arbeitsanweisung, vor allem für den Anfänger, etwas zu knapp gehalten sein (Beispiel: Acetat-Methode). Ein Ausgleich ist jedoch dadurch geschaffen, daß für alle wichtigen Verfahren Literaturangaben gemacht werden. Als Ganzes ist das „Praktikum" von MÜLLER eine wertvolle Hilfe für Lehrende und Lernende und füllt die eingangs erwähnte Lücke im Schrifttum bereits weitgehend aus.

Für die sicher bald notwendig werdenden Neuauflagen sei dem Ref. noch erlaubt folgende, leicht anzubringende Ergänzungen zur Erwägung zu stellen: Eine etwas ausführlichere Darstellung der physikalisch-chemischen Methoden, vor allem der Polarographie; vergleichende Kritik der Genauigkeit verschiedener Verfahren, um den Studenten vor einer Überbewertung einzelner Methoden (z. B. Spektralanalyse) in bestimmten Fällen zu warnen und schließlich eine dem heutigen Stand und ihrer Bedeutung angepaßte Darstellung der grundlegenden mikrochemischen Analysenmethoden. Vielleicht wird die Erfüllung dieser Wünsche nur möglich sein bei einer gewissen weiteren Reduzierung der Arbeitsanweisungen: Ein Schaden kann dadurch nach Meinung des Ref. kaum entstehen, da es für den Studenten zunächst wichtig sein muß, einen faßbaren Überblick über die verschiedenen Bestimmungsmethoden zu erlangen und die theoretischen Grundlagen sicher zu erarbeiten. Eine tabellarische Zusammenfassung nicht im einzelnen erwähnter Bestimmungen und Erweiterung der Literaturangaben könnte dem Studenten dann das Übergehen zu der speziellen Literatur erleichtern.

Im weiteren, laufenden Ausbau dieses Praktikumsbuches kann ihm nach der heutigen Anlage und Disposition eine gewisse Standardstellung vorausgesagt und gewünscht werden.

A. SCHNEIDER (Göttingen).

Eingegangen am 11. September 1951.

Nes, K. van, and H. A. van Westen: Aspects of the Constitution of Mineral Oils, with an Introduction by H. I. WATERMAN. New York, Amsterdam, London, Brussels: Elsevier Publishing Comp., Inc. 1951. 108 Abb. u. 484 S. Leinen $ 9.00.

Die Erfassung der Zusammenhänge zwischen chemischer Konstitution und physikalischen Eigenschaften gehört seit langem zu den grundlegend wichtigen Problemen, an denen besonders die Chemie in allen ihren Fachrichtungen und zum Teil auch die Physik arbeiten. Während es heute bei derartigen Untersuchungen im allgemeinen (z. B. bei dem Verhalten der Makromolekeln) um die Aufklärung des Bauprinzips bestimmter Stoffarten geht, liegen die Schwierigkeiten im Bereich der Mineralölchemie vor allem in der Kompliziertheit des Gemisches. Die riesige Zahl möglicher Isomerer[1]) und das gleichzeitige Vorhandensein mehrerer Verbindungsklassen macht die Isolierung und Identifizierung von chemischen Einzelstoffen nahezu unmöglich. Bei zunehmendem Molekulargewicht wächst die Wahrscheinlichkeit des Auftretens isolierter oder linear-, angular- und peri-kondensierter Ringsysteme. Vor allem aber werden Interkombinationen häufiger, etwa nach Art des 1-Cyclopentyl-4-phenyl-heptans, das die Merkmale des Naphthens, des Aromats und der offenen Kette in einer und derselben Molekel trägt.

Angesichts dieser Schwierigkeiten ist es verständlich, daß die Konstitutionsforschung in der Ölchemie in begrifflicher und methodischer Hinsicht eigene Wege gegangen ist. Die Entwicklung dieses neuen Zweiges der Ölchemie geht auf Prof. H. I. WATERMAN-Delft zurück, dessen originelle und glückliche Konzeption einer „Ringanalyse"[2]) von ihm selbst und seinen Schülern, unter wesentlicher Förderung durch die forschungsfreudige Royal Dutch Shell-Gruppe, bis zu einer „Struktur- oder Gruppen-Analyse" vervollkommnet werden konnte. Die Analyse nach Strukturgruppen strebt nicht mehr die Isolierung und Erkennung von Einzelstoffen an, sondern begnügt sich mit der Feststellung, wie viele charakteristische Strukturelemente, z. B. aromatische und naphthenische Ringe oder Ketten, statistisch auf die „mittlere Ölmolekel" entfallen. Ihrem Wesen nach steht diese Arbeitsweise zwischen der Elementaranalyse und der eigentlichen Konstitutionsforschung. Sie ist nach dem Vorbild der Delfter Schule unter Abwandlung der Methodik übrigens auch von anderen Autoren[3]) angewandt worden.

Das Gesamtergebnis der auf breiter Basis durchgeführten, jahrzehntelangen Forschungs- und Entwicklungsarbeit findet seinen Niederschlag in dem vorliegenden Buch und gipfelt in der Auffindung einer *neuen*, hier erstmalig veröffentlichten gruppenanalytischen Methode, der sog. $n - d - M$-Methode, die sogar die Erfassung geringer Mengen von Schwefelverbindungen erlaubt. Mit dieser Methode wird es möglich, allein aus dem Brechungsindex n, der Dichte d und dem mittleren Molekulargewicht M die Zusammensetzung einer Ölfraktion nach „Kohlenstoffverteilung" (carbon distribution) und „Ringzahl" (ring content) festzulegen. „Kohlenstoffverteilung" bedeutet hierbei eine Angabe über den Prozentgehalt an Kohlenstoff, der auf paraffinische, naphthenische und aromatische Kohlenwasserstoffe des Ölgemisches entfällt; die „Ringzahl" gibt an, wie groß statistisch die Anzahl der aromatischen Ringe in der Durchschnittsmolekel ist.

Wenn auch nur VAN NES und VAN WESTEN als verantwortliche Autoren zeichnen, so stellt das Werk doch ein „teamwork" wissenschaftlich-technischer Grundlagenforschung im besten Sinne des Wortes dar, dessen Einheitlichkeit und Vollständigkeit höchste Anerkennung verdienen. WATERMAN hat dem Buch ein Vorwort vorangestellt, in dem er die physiko-

chemisch gangbaren Wege der Durchführung einer Strukturanalyse bei Ölgemischen und ihren theoretischen und praktischen Wert kurz umreißt.

Nach einer knappen Klassifizierung von Rohölen unter älteren und neueren Gesichtspunkten (S. 1 bis 13) wird das noch immer akute Problem der Erdölgenese (S. 14 bis 66) besprochen. Bei oberflächlicher Betrachtung könnte man meinen, daß dieses Kapitel über die Erdölentstehung über den Aufgabenkreis der Autoren hinausginge. Aber einmal gibt es wohl kaum eine neuere Abhandlung hierüber, die in ähnlich kompetenter Weise die „Spreu vom Weizen" zu unterscheiden weiß und die wirklich wissenswerten Tatsachen mit gleicher, kritischer Klarheit herausarbeitet. Zum anderen erweist sich gerade dieses Kapitel als sinnvolle und organische Überleitung zu den beiden Hauptabschnitten, in denen die Konstitution (S. 67 bis 241) und die Strukturgruppenanalyse der Mineralöle (S. 242 bis 399) ausführlich behandelt werden. Das letzte Kapitel bringt Anwendungen der Gruppenanalyse im Bereich der Chemie und Technik der Kohlenwasserstoffe (S. 400 bis 442). Der Anhang gliedert sich nach zwei Teilen: im ersten Abschnitt (S. 443 bis 453) werden die wichtigsten Gleichungen der Gruppenanalyse abgeleitet und übersichtlich zusammengestellt; der zweite Abschnitt des Anhanges (S. 455 bis 469) bringt Einzelheiten zur Messung des Brechungsindex, der Dichte und des Molekulargewichts, deren exakte Bestimmung für die Anwendung der Gruppenanalyse ausschlaggebend ist. Hunderte von Literaturzitaten zu jedem Einzelkapitel und ein sorgfältig angefertigtes Autoren- und Sachregister erhöhen den Wert des Buches als Nachschlagewerk. Die kritische Auslese, aber für diese auch die Vollständigkeit der wirklich wertvollen Beiträge aus der Weltliteratur bedarf lobender Erwähnung. Dem Werk sind acht Nomogramme beigefügt, die dem praktischen Bedürfnis nach Schematisierung so weit entgegenkommen, daß die Durchführung einer Gruppenanalyse in die Hand eines Chemotechnikers gelegt werden kann. Wenn abschließend noch auf eine Äußerlichkeit hingewiesen werden darf, so fällt die bei einer Erstauflage stets beachtliche, nahezu völlige Freiheit von Druckfehlern angenehm auf.

Gewiß steht die Konstitution des Mineralöls im Mittelpunkt der Betrachtung, aber trotzdem sind Methodik und Ergebnisse der Untersuchung von so grundsätzlicher Bedeutung für die Anwendbarkeit physikalischer und physikochemischer Methoden, daß neben der Ölchemie auch die organische Chemie aus dem Buch den größten Nutzen ziehen wird. Vor allem aber geht das Buch auch den theoretisch interessierten Physikochemiker an, denn es sollte möglich sein, die zahlreichen, zunächst empirischen Gleichungen für die Abhängigkeit bestimmter Stoffeigenschaften von additiven und konstitutiven Parametern exakt zu begründen. Für die SMITTENBERGschen Gleichungen[4]) (betr. Änderung der Dichte und des Brechungsindex in homologen Reihen) ist K. WISSEROTH[5]) im H. BRAUNEschen Institut in Hannover die theoretische Deutung erst kürzlich gelungen. Die engen Beziehungen zwischen den SMITTENBERGschen und den hier abgeleiteten Funktionen fordert derartige theoretische Überlegungen geradezu heraus.

Nach der Meinung des Ref. ist das Buch für Erdölchemiker in Hochschule und Industrie geradezu unentbehrlich. Darüber hinaus wird es bei organischen und physikalischen Chemikern sehr großes Interesse finden. Nebenher dürfte es dazu beitragen, die veralteten Wege der Ölanalyse zu beseitigen und den modernen, physikochemischen Arbeitsmethoden auch in der Analytik von Kohlenwasserstoffgemischen den Vorrang zu sichern.

GG. R. SCHULTZE (Hannover).

Eingegangen am 20. September 1951.

[1]) HENZE, H. R., u. C. M. BLAIR: J. Amer. chem. Soc. **53**, 3077 (1931); **54**, 1538 (1932). — FRANCIS, A. W.: J. Amer. chem. Soc. **69**, 1536 (1947).

[2]) VLUGTER, I. C., H. I. WATERMAN u. H. A. VAN WESTEN: J. Instn. Petrol. Technologists **18**, 735 (1932); **21**, 661, 701 (1935). — Vgl. auch SCHULTZE, GG. R., u. J. C. NICOLAS: Oel u. Kohle **37**, 617 (1941). — LUTHER, H.: Erdöl u. Kohle **2**, 179 (1949). — DIERICHS, A.: Chem. Technik **3**, 53 (1951).

[3]) LIPKIN, M. R., u. Mitarb.: Analyt. Chemistry **20**, 598 (1948).— Ind. Engng. Chem., ind. Edit. **33**, 779 (1941). — Ind. Engng. Chem., analyt. Edit. **18**, 376 (1946); **19**, 183 (1947). — DEANESLY, R. M. u. Mitarb.: Ind. Engng. Chem., analyt. Edit. **14**, 220 (1942). — FOEHR, E. G., u. M. R. FENSKE: Ind. Engng. Chem., ind. Edit. **41**, 1956 (1949). — GROSS, H., u. K. H. GRODDE: Oel u. Kohle **38**, 419 (1942).

[4]) SMITTENBERG, J., u. D. MULDER: Recueil Trav. chim. Pays-Bas **67**, 813, 826 (1948).

[5]) WISSEROTH, K.: Diss. Hannover 1951.

Vogel, Hans: Die Antibiotika. Grundzüge der Chemie und Physiologie der mikrobiellen Hemmstoffe. Nürnberg: Hans Carl 1951. 528 S. Leinen DM 38.—.

Diese erste deutsche Monographie über Antibiotika setzt sich zur Aufgabe, „einem weiteren Kreis den Zugang zu diesem wohl kompliziertesten Gebiet der organischen Chemie zu erschließen", will bei aller Wissenschaftlichkeit leicht faßlich sein und wendet sich an Biologen, Chemiker und Mediziner sowie an den wissenschaftlich interessierten Laien. Es zeigt sich dabei allerdings einmal wieder, daß man bei der heutigen Spezialisierung der Wissenschaft nur noch in seltenen Ausnahmefällen für Fachleute und Laien gleichzeitig schreiben kann, ohne (mindestens) einen der angesprochenen Teile zu langweilen. Im vorliegenden Falle ist das Opfer wohl hauptsächlich der Laie; der Fachmann findet immerhin im II. und III. Teil des Buches eine Menge Material zusammengetragen, welches mit reichlichen Literaturangaben belegt ist, so daß er ein ganz nützliches kleines Informations- und Nachschlagebuch in die Hand bekommt. Die Anordnung des Stoffes ist allerdings wenig übersichtlich, doch gleicht ein ausführliches Register viel von dem Mangel aus.

Der erste Teil des Buches, ein kurzer Abriß der Mikrobiologie, der ungefähr ein Viertel des Gesamtumfanges ausmacht, ist hingegen für beide Teile ungenießbar. Der *Laie* kann sich bei der trockenen, unübersichtlichen Aufzählung von Hunderten völlig willkürlich herausgegriffener Spezies bei vollständigem Fehlen von Abbildungen sowie bei der detaillierten Wiedergabe von Vorschriften über Sterilisation und Nährbodenbereitung wohl kaum ein Bild vom Wesen des Vorgetragenen machen. Vieles ist widerspruchsvoll, unkritisch und schief dargestellt. Zum Beispiel: Darüber, ob es eine peritriche Begeißelung gibt oder nicht, ist sicher noch nicht das letzte Wort gesprochen; wenn man aber mit PIETSCHMANN das Vorkommen der peritrichen Begeißelung ablehnt, kann man nicht 20 Seiten weiter den *Bacillis* im allgemeinen und *Bac. Botulinus* im besonderen peritriche Begeißelung zusprechen. Die durchgehend vertretene Auffassung, daß die Antibiotika biologische Kampfstoffe wären, ist eine Privatmeinung des Autors und durch Experimente in keiner Weise gestützt. Der *Fachmann* wird sich des Eindrucks nicht erwehren können, daß der Autor einfach nicht in der Weise über der Sache steht, wie es erforderlich wäre. Die verwendete Systematik ist ein Konglomerat aus dem auf dem europäischen Kontinent üblichen Schema nach MIGULA-LEHMANN-NEUMANN und dem in Amerika benutzten. In dem angerichteten Wirrwarr findet sich aber offenbar nicht nur der Leser, sondern auch der Autor nicht mehr zurecht, sonst könnte es beispielsweise nicht vorkommen, daß *Nocardia* als Gattung neben *Proactinomyces* gestellt wird, wo es sich in Wirklichkeit nur um Synonyma handelt. Man tut mit solchen Neuschöpfungen weder dem Leser noch der Sache einen Dienst; man bleibt weit besser bei dem von der Mehrheit Anerkannten und Benutzten, also bei der klassischen Systematik, wie man sie etwa von RIPPEL oder HARDER vertreten findet, oder, was vielleicht noch zeitgemäßer ist, man übernimmt die in BERGEYs Manual of Determinative Microbiology niedergelegte angelsächsische Systematik.

Einen Vergleich mit entsprechenden Werken der angelsächsischen Literatur, etwa dem Antibiotika-Buch von S. A. WAKSMAN oder dem von A. L. BARON herausgegebenen Handbook of Antibiotics hält das vorliegende Werk leider in keiner Weise aus, weder an Gründlichkeit, Sachlichkeit und Übersichtlichkeit der Darstellung noch an Ausstattung und Preis. Es kann dem Laien kaum, dem Fachmann nur bedingt empfohlen werden.

Es muß gesagt werden, daß es bei einem solchen Niveau der deutschen Neuerscheinungen nicht wundernehmen darf, daß nicht nur der der deutschen Sprache mächtige Ausländer, sondern auch in zunehmendem Maße der deutsche Leser selbst zu den angelsächsischen Büchern greift, daß Ruf und Absatzmöglichkeit des deutschen Buches und damit im circulus vitiosus dessen Qualität immer weiter absinken.

GRUBHOFER (Göttingen).

Eingegangen am 12. September 1951.

Bersin, Theodor: Kurzes Lehrbuch der Enzymologie. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig 1951 3. Aufl. 1951. 274 S. u. 44 Abb. DM 19.20.

Es ist außerordentlich zu begrüßen, daß mit der Neuauflage des bekannten BERSINschen Lehrbuches wieder eine geschlossene moderne Darstellung der Enzymologie in deutscher Sprache vorliegt. Bei dem ausgezeichneten Ruf, dessen sich dieses

Lehrbuch erfreut, erübrigt sich jedes Lob. Es ist dem Verf. auch diesmal gelungen, das Wesentliche aus der Überfülle des Materials, welches sich in den 8 Jahren seit der letzten Auflage angehäuft hat, souverän in den bestehenden Rahmen einzufügen. Den Anwendungen der Enzyme in der Praxis wurde wieder gebührend Raum gegeben.

Flüssiger Stil und klare Darstellung machen die Lektüre dieses Buches zu einem Vergnügen. Es kann als Lehrbuch und als kleines Handbuch sehr empfohlen werden.

GRUBHOFER (Göttingen).

Eingegangen am 12. September 1951.

Smith, Gilbert M.: Manual of Phycology. An Introduction to the Algae and their Biology. Waltham, Mass.: Chronica Botanica Company; Hamburg 13, Buch- u. Zeitschriften-Union m. b. H. 1951. 375 S., 48 Tafeln u. Textfig. 7.50 $.

Seit der 2. Auflage von OLTMANNS dreibändiger Morphologie und Biologie der Algen (1922 bis 1923) ist in Deutschland keine Gesamtdarstellung der Algen mehr erschienen. Im englischen Sprachgebiet sind dagegen Bücher von SMITH (1933 und 1938) und von FRITSCH (1935 und 1945) herausgekommen. Von diesen Standardwerken unterscheidet sich das Manual of Phycology grundsätzlich dadurch, daß es nicht eine Gesamtdarstellung durch den verantwortlich zeichnenden Herausgeber (G. M. SMITH) bringt, sondern es enthält, ähnlich dem früher erschienenen Manual of Bryology (1932) und Manual of Pteridology (1938) eine Sammlung von Aufsätzen von Spezialisten (13 Amerikaner, 2 Engländer, 1 Inder, 1 Franzose, 1 emigrierter Deutscher). Unter den in je einem Kapitel behandelten Algengruppen — wie Chlorophyta, Chrysophyta, Phaeophyta usw. — befinden sich auch die Cyanophyta. Auch diese werden hier also mit bei den Algen behandelt, während die meisten Systematiker die „Blaugrünen Algen" wegen ihrer völlig abweichenden und offenbar primitiven Zellorganisation — kein echter Zellkern, keine Plastiden — nicht nur nicht zu den Algen, sondern überhaupt ganz außerhalb des Stammbaums der übrigen Pflanzen stellen. Auch im Manual of Phycology wird betont, daß die Cyanophyceen höchstens zu den Rhodophyceen insofern äußerst entfernte Beziehungen haben könnten, als die heutigen Rotalgen und Blaugrünen Algen *vielleicht* in *sehr* fernen Vorzeiten gemeinsame Vorfahren haben *könnten*. Es ist aber zu begrüßen, daß trotz dieser nur lockeren Beziehungen die Cyanophyceen in dem Werke mit behandelt worden sind. Alle allgemein zytologischen, physiologischen und ökologischen Angelegenheiten werden nicht bei den einzelnen systematischen Gruppen, sondern in besonderen Kapiteln behandelt. So gibt es Abschnitte über Cytologie, Sexualität, Pigmente, Biochemie, Kulturmethoden, Plankton usw., aber auch über fossile Algen und über Geschichte der Phykologie; der Leser kann sich also leicht über ihn besonders interessierende Fragen informieren. Eine wirklich erschöpfende Behandlung wird allerdings weder den systematischen noch den physiologischen Problemen zuteil, sondern das ganze Buch ist nur als Einführung gedacht. Jedem Kapitel ist ein ziemlich ausführliches, allerdings nur bis 1948 gehendes Literaturverzeichnis angefügt, mit dessen Hilfe ein tieferes Eindringen in den Stoff möglich ist. Bei der großen Zahl der Autoren konnten natürlich nicht alle Abschnitte gleichwertig ausfallen; vor allem hätten wohl einige physiologische Fragestellungen noch ausführlicher behandelt werden können. Trotzdem füllt das Buch aber zweifellos eine Lücke in der Literatur gut aus.

R. HARDER (Göttingen).

Eingegangen am 22. September 1951.

Brumpt, E., und M. Neveu-Lemaire: Praktischer Leitfaden der Parasitologie des Menschen. Für Biologen, Ärzte, Tropenhygieniker und Studierende. 2. Aufl. Übersetzt und bearbeitet nach der vierten französischen Aufl. von ALBERT ERHARDT. Berlin-Göttingen-Heidelberg: Springer 1951. X, 326 S. u. 234 Abb. Gzl. DM 27.—.

Bei der geringen Anzahl moderner parasitologischer Lehrbücher in Deutschland ist das Erscheinen einer zweiten deutschen Auflage der „Travaux pratiques de Parasitologie" von BRUMPT und NEVEU-LEMAIRE in der ausgezeichneten Übersetzung und Bearbeitung von A. ERHARDT sehr zu begrüßen. Die vorliegende deutsche Auflage, der die im Jahre 1946 erschienene vierte französische Auflage zugrunde liegt, ist beträchtlich erweitert worden. Die Zahl der Seiten ist um 69 und die der Abbildungen um 15 vermehrt worden. ERHARDT hat nicht nur übersetzt, sondern sich überall selbst bemüht, den neusten Forschungsergebnissen Rechnung zu tragen. Besonderer Wert ist auf Ergänzungen und Verbesserungen bei der Darstellung der Untersuchungsmethoden gelegt worden, um noch mehr als bisher den praktischen Bedürfnissen entgegenzukommen. Neu eingefügt wurden Prüfungsmethoden für Protozoen- und Insektenmittel. Ebenso wie die schon früher von ERHARDT selbst verfaßten pharmakologischen Modellversuche zur Prüfung der Wirksamkeit von Wurmmitteln werden diese Abschnitte auch Pharmakologen, Pharmazeuten und Schädlingsbekämpfer interessieren. — In dem speziellen Teil ist unter anderem die Darstellung der Malariaerreger erweitert und auf den neusten Stand gebracht worden. Recht brauchbar erscheint in diesem Abschnitt eine neu aufgenommene Tabelle, welche ausführlich die charakteristischen Merkmale der drei wichtigsten Plasmodienarten bringt. Ebenso wurde ein Kapitel über die Toxoplasmen, die in letzter Zeit besondere Beachtung in Deutschland gefunden haben, eingefügt. Bei der Besprechung der verschiedenen Infektionswege des Madenwurmes Enterobius vermicularis wurde auch die neuerdings von SCHÜFFNER bewiesene Möglichkeit der Retrofektion per anum durch aufwärtskriechende Larven berücksichtigt.

Es besteht kein Zweifel, daß die neue Auflage sowohl beim Selbststudium wie auch bei praktischen Übungen noch mehr als die frühere gern benutzt werden wird und gute Dienste leisten wird. — Wenn ich für die sicher bald zu erwartende dritte deutsche Auflage einen Wunsch aussprechen darf, so ist es der, daß einige der alten recht grob gezeichneten Abbildungen durch neue bessere ersetzt werden mögen, wie dies teilweise schon in der vorliegenden Auflage geschehen ist. Ich denke dabei besonders an die Abbildungen der Wurmeier und die der Malariaparasiten, für die es in anderen Lehrbüchern, wie z. B. in dem neuen Lehrbuch der Hygiene von RODENWALDT und BADER vortreffliche Vorlagen gibt.

C. SCHLIEPER (Marburg a. d. Lahn).

Eingegangen am 1. September 1951.

Wigglesworth, V. B.: The principles of insect physiology. 4. revidierte Aufl. London: Methuen & Co. New York: E. P. Dutton & Co. 1950. VIII, 544 S. u. 355 Fig. Geb. sh 42.

Die Insekten bilden die bei weitem größte Gruppe lebender Organismen. Von den schätzungsweise 1,2 Millionen rezenter Tierarten gehören rund 750000 zu den Insekten. Ihre praktische Bedeutung ist ohne weiteres evident. Unter den Insekten finden sich die verschiedensten ökologischen und physiologischen Typen in noch gar nicht übersehbarer Mannigfaltigkeit. Sie liefern der Forschung zahlreiche Objekte für die Untersuchung allgemeiner wie spezieller Fragen. Eine Physiologie der Insekten wird daher neben vielen Fragen allgemeinphysiologischer Natur stets eine große Zahl der oft hochspezialisierten Anpassungen umfassen, die überraschende Einblicke in die Variabilität der physiologischen Grundvorgänge geben. Das Buch von WIGGLESWORTH wird dieser Situation in jeder Hinsicht gerecht: Die einzelnen Kapitel behandeln sowohl die allgemeinen wie die speziellen Fragen. Der Verf. erreicht das durch eine peinliche Genauigkeit in der Darstellung der Ergebnisse; er spricht fast nie von „den Insekten", stets nennt er die Art oder Gattung, an der die Erkenntnisse gewonnen sind, und vermeidet so irreführende Verallgemeinerungen. Fast jeder Satz wird durch die zugrunde liegende Literatur, nicht selten durch zahlreiche Zitate belegt. Im ganzen enthält das Buch über 3500 Literaturangaben; es fehlt wohl keine irgendwie wesentliche Arbeit der Weltliteratur bis in die letzten Jahre. Eientwicklung, Integument, Wachstum, Muskulatur und Bewegung, Nervensystem, Sinnesorgane, Verhalten, Atmung, Kreislauf, Verdauung, Ernährung, Exkretion, Stoffwechsel, Wasserhaushalt und Temperatur, Fortpflanzung sind in 15 Kapiteln behandelt. Die morphologischen Tatsachen treten zurück, sind aber doch so eingehend erörtert und durch Figuren erläutert, wie es zum Verständnis erforderlich ist. Die schönen, den Text in einheitlicher Manier als Strichätzungen begleitenden Abbildungen sind besonders hervorzuheben. Im ganzen ein ausgezeichnetes Buch und ein unerschöpfliches Nachschlagewerk, das für jeden unentbehrlich ist, den die theoretischen Fragen oder die praktischen Anwendungen in Forschung und Unterricht interessieren.

H. AUTRUM (Göttingen).

Eingegangen am 22. September 1951.

Verantwortlich für den Textteil: Prof. Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg.
Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg.

LANDOLT-BÖRNSTEIN

Zahlenwerte und Funktionen

aus Physik, Chemie, Astronomie, Geophysik und Technik

Sechste Auflage. In Gemeinschaft mit **J. Bartels, P. ten Bruggencate, K. H. Hellwege, Kl. Schäfer, E. Schmidt** und unter vorbereitender Mitwirkung von **J. D'Ans, G. Joos, W. A. Roth †** herausgegeben von **Arnold Eucken †**. In vier Bänden.

Erster Band: **Atom- und Molekularphysik.** In 5 Teilen:

1. Teil: **Atome und Ionen.** Mit 248 Abbildungen. XII, 441 Seiten. 1950.
In Mosleskin gebunden DM 126.—

Inhaltsübersicht: **Zum Gebrauch der Tabellen.** Abkürzungsverzeichnis der wichtigsten Zeitschriften. Anordnung der Verbindungen. Das periodische System der Elemente. Maßsysteme. Beziehung zwischen Energie, Geschwindigkeit und de Broglie-Wellenlänge bei Elektronen, Protonen, Deuteronen und α-Teilchen. — **Grundkonstanten der Physik.** — **Atome und Ionen:** Atomspektren: Wellenlängennormalen. Terme und wichtigste Spektrallinien. Ionisierungs-Spannungen und Elektronenaffinitäten. Röntgenspektren, Energieterme und wichtigste Spektrallinien. Zeeman-Effekt. Stark-Effekt. Druckverbreiterung und Druckverschiebung von Spektrallinien. Oszillatorenstärken und Lebensdauer angeregter Zustände von Atomen, Atomionen und Molekeln. — Sonstige unmittelbare Eigenschaften der Elektronenhülle von Atomen und Ionen (in einigen Tabellen auch von Molekeln): Elektronenverteilung in Atomen und Ionen nach Hartree. Streuung von Röntgenstrahlen. Absorption von Röntgenstrahlen. Querschnitte von Atomen, Ionen und Molekeln. Magnetische Momente von Atomen und Atomionen. Diamagnetische Polarisierbarkeit von Atomen und Ionen (auch komplexe Anionen). Molekularrefraktion und elektrische Polarisierbarkeit von Atomen und Ionen (auch Molekelionen). Faraday-Effekt von Atomen, Ionen und Molekeln. Anhang.

2. Teil: **Molekeln I (Kerngerüst).** Mit 460 Abbildungen. VIII, 571 Seiten. 1951.
In Moleskin gebunden DM 168.—

Inhaltsübersicht: **Molekeln, Molekel-Ionen, Radikale; Kerngerüst** (geometrische und dynamische Eigenschaften). Atomabstände und Strukturen (bestimmt durch Elektronenbeugung). Valenz-Energien chemischer Bindungen. Trennungs-Energien chemischer Bindungen. Dissoziations-Energien zweiatomiger Molekeln; Trennungs-Energien chemischer Bindungen in mehratomigen Molekeln. Schwingungen und Rotationen der Molekeln. Übersicht und Gebrauchsanweisung; Substanzenverzeichnis; Literaturverzeichnis; Symmetrie der Molekeln und Eigenschwingungen; Eigenschwingungen (auch Trägheitsmomente) einfacher Molekeln aus Raman- und Ultrarotspektren; Ultrarote Rotations- und Schwingungsspektren der einfachsten Molekeln, Ultrarotspektren weiterer ausgewählter Molekeln; Ramanspektren weiterer ausgewählter Substanzen. Mikrowellenspektren. Die Hemmung der inneren Rotation einiger Molekeln im Gaszustand.

3. Teil: **Molekeln II (Elektronenhülle).** Mit 364 Abbildungen. XI, 724 Seiten. 1951.
In Moleskin gebunden DM 218.—

Inhaltsübersicht: **Molekeln, Molekel-Ionen, Radikale; Elektronenhülle:** Bandenspektren zweiatomiger Molekeln. — Elektronenbandenspektren mehratomiger Molekeln. — Lichtabsorption von Lösungen im Ultraviolett und Sichtbaren. — Ionisierungsenergien von Molekeln. — Optisches Drehungsvermögen von Molekeln. — Elektrische Momente von Molekeln. — Elektrische und optische Polarisierbarkeit von Molekeln. Magnetische Momente von Molekeln. — Diamagnetische Polarisierbarkeit von Molekeln. — Quantenausbeute photochemischer Reaktionen. — Anhänge: Anhang zu Teilband I/1 (Atome und Ionen). — Anhang zu Teilband I/2 (Molekeln I). — Anhang zu Teilband I/3 (Molekeln II).

4. Teil: **Kristalle.** Etwa 320 Seiten. (Erscheint zweite Hälfte 1952)

5. Teil: **Atomkerne und Elementarteilchen.** Mit 471 Abbildungen. VIII, 470 Seiten. 1952.
In Moleskin gebunden DM 148.—

Inhaltsübersicht: **Atomkerne und Elementarteilchen.** Hyperfeinstruktur der Atomterme und Atomlinien. — Die Atomkerne und ihre Eigenschaften. — Natürlich radioaktive Atomarten. — Wechselwirkung von Kernen mit Teilchen und Lichtquanten. — Kosmische Ultrastrahlung.

Zweiter Band: **Makrophysik und Chemie.** Etwa 5 Teile. (In Vorbereitung)

Dritter Band: **Astronomie und Geophysik.** Mit 331 Abbildungen und 8 Nomogrammen. XVIII, 795 Seiten. 1952.
In Moleskin gebunden DM 248.—

Inhaltsübersicht: **Astronomie:** Astronomische Instrumente. Orts- und Zeitbestimmung, Astrometrische Konstanten. Die Häufigkeit der Elemente im Kosmos. Das Sonnensystem. Zustandsgrößen und Strahlung der Sterne. Örter und Bewegungen der Sterne. Spezielle Sterntypen. Das Sternsystem. Sternhaufen. Außergalaktische Nebel. — **Geophysik:** Schwerkraft und Erdfigur. Gezeitenkräfte. Minerale und Gesteine. Erdkörper. Magnetismus des Erdkörpers. Ozeanographie. Hydrographie. Meteorologie. Physik der höheren Atmosphäre. Geophysikalische Zeitschriften. Organisation der internationalen Zusammenarbeit in der Geophysik.

Vierter Band: **Technik.** In 4 Teilen. (Der erste Teil erscheint Ende 1952)

Jeder Band und Bandteil ist einzeln käuflich.

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Heidelberger Beiträge zur Mineralogie und Petrographie

Unter Mitwirkung von Prof. Dr. **C. W. Correns,** Göttingen, Prof. Dr. **F. K. Drescher-Kaden,** München, und Prof. Dr. **H. Steinmetz,** München. Herausgegeben von Prof. Dr. **O. H. Erdmannsdörffer,** Heidelberg. Die „Beiträge" erscheinen in zwangloser Folge in einzeln berechneten Heften, die zu Bänden vereinigt werden.

Erster Band

Heft 1. Mit 62 Textabbildungen. 120 Seiten. 1947. DM 14.60
Heft 2/3. Mit 109 Textabbildungen und 1 Tafel. 220 Seiten. 1948. DM 26.—
Heft 4. Mit 85 Textabbildungen, 9 Diagrammen, 1 petrographischen Karte und 6 Tafeln im Text. 174 Seiten. 1948. DM 19.60
Heft 5/6. Mit 65 Textabbildungen und 20 Diagrammen. 207, IV Seiten. 1949. DM 28.60

Zweiter Band

Heft 1/2. Mit 31 Textabbildungen und 3 Diagrammen. 188 Seiten. 1949. DM 29.60
Heft 3. Mit 41 Textabbildungen. 80 Seiten. 1950. DM 19.60
Heft 4. Mit 45 Textabbildungen. 114 Seiten. 1950. DM 32.80
Heft 5. Mit 34 Textabbildungen. 94 Seiten. 1951. DM 28.60
Heft 6. Mit 26 Textabbildungen. 84 Seiten. 1951. DM 26.80

Dritter Band

Heft 1. Mit 32 Textabbildungen und 2 Tafeln. 76 Seiten. 1952. DM 22.80

Inhaltsverzeichnis: Dielektrisches Verhalten und Struktur der Kristalle. Von W. Kleber. — Über Miktitbildung. Von E. Lehmann. — Zur Geochemie des Fluors. Von H. Borchert. — Ein neues Nomogramm zur Bestimmung des optischen Achsenwinkels. Von W. E. Tröger. — Darstellungen zur Geochemie des Silizimus. Von I. Kubach. — Sulfidinhalt, orientierte Verwachsungen und Trachtwechsel an Schwerspat von Christian Levin. Von E. Seeliger.

Geologie, Mineralogie und Lagerstättenlehre

Eine Einführung für Bergschüler, Gruben- und Vermessungsbeamte, Studierende des Bergbaus, des Bauingenieurwesens und der Naturwissenschaften. Von Professor Dr. **Paul Kukuk,** Bergassessor a. D. Mit 370 Abbildungen. XII, 306 Seiten. 1951. Ganzleinen DM 28.50

SPRINGER-VERLAG / BERLIN · GÖTTINGEN · HEIDELBERG

Die Lagerstätten nutzbarer Mineralien, ihre Entstehung, Bewertung und Erschließung

Von Professor Dr. Dr. **B. Granigg,** Graz. Mit Beiträgen von Dr.-Ing. J. Horvath, Berlin und Dipl.-Ing. V. E. Gerzabek, Wien. Mit 156 Textabbildungen. VIII, 217 Seiten. 1951.
DM 18.50; Ganzleinen DM 21.—

Lagerstättenlehre. Ein kurzes Lehrbuch von den Bodenschätzen in der Erde

Von Professor Dr. phil., Dr.-Ing. h. c. **W. Petrascheck,** Leoben und Professor Dr. phil. **W. E. Petrascheck,** Leoben. Mit 233 Textabbildungen. VIII, 410 Seiten. 1950. DM 35.—; Ganzleinen DM 37.80

Kristalle und Gesteine

Ein Lehrbuch der Kristallkunde und allgemeinen Mineralogie

Von Professor Dr. **P. Eskola,** Helsinki. Mit 461 Abbildungen im Text. VIII, 397 Seiten. 1946. DM 39.—

SPRINGER-VERLAG / WIEN

Diesem Heft liegt ein Prospekt des Verlages Stahleisen m.b.H., Düsseldorf, ein Programm der 97. Tagung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte, und ein Prospekt des Springer-Verlages, Berlin - Göttingen - Heidelberg, bei.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: Professor Dr. Ernst Lamla, Göttingen. — Verantwortlich für den Anzeigenteil: Günter Holtz, Berlin W 35, Reichpietschufer 20. — Springer-Verlag, Berlin · Göttingen · Heidelberg. — Druck der Universitätsdruckerei H. Stürtz AG., Würzburg. — Printed in Germany.